تنمية مشاريع الطاقة المتجددة من منظور التنمية المستديمة

"حالة دراسية الأردن"

إعداد

محمد كايد فارس الرشدان

إشراف

الأستاذ الدكتور عثمان غنيم

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات درجة الماجستير

في تخصص التخطيط الإقليمي

كلية الدراسات العليا في جامعة البلقاء التطبيقية

السلط - الأردن

٢٠١٥/٠٧/١٥

تعهد وإقرار

أنا الموقع أدناه الطالب محمد كايد فارس الرشدان، أقر بأن جميع المعلومات الواردة في رسالة الماجستير بعنوان تنمية مشاريع الطاقة المتجددة من منظور التنمية المستديمة "حالة دراسية الأردن" بإشراف الأستاذ الدكتور عثمان غنيم هي من إنتاجي الشخصي خلال دراستي في جامعة البلقاء التطبيقية، وأتحمل كافة المسؤوليات المترتبة على ذلك في حال ثبوت العكس، كما أفوض الجامعة حق تصوير الرسالة كلياً أو جزئياً؛ وذلك لغايات البحث العلمي والتبادل مع المؤسسات العلمية والبحثية والجامعات.

الطالب

محمد كايد فارس الرشدان

نوقشت هذه الرسالة بتاريخ ٢٠١٥/٠٧/٢٩

أعضاء لجنة المناقشة	التوقيع
عثمان محمد غنيم، رئيساً أستاذ دكتور، تخطيط إقليمي	....
محمود عبد الله الحبيس، عضواً أستاذ دكتور، اقتصاد	....
محمد سليمان النسور، عضواً أستاذ مشارك، إدارة أعمال	....
مؤيد عبد الرزاق الفواعير (ممتحن خارجي)، عضواً أستاذ مشارك، إدارة أعمال، جامعة العلوم الإسلامية الدولية	....

الإهداء

إلى قرة عيني وسكينة روحي وطمأنينة نفسي أمي الحبيبة حفظها الله

إلى عوني بعد الله والذي علمني أن الشجاعة صبر ساعة والدي الطيب الذي توفاه الله قبل موعد المناقشة بأيام قليلة فأسال الله له الرحمة والمغفرة والفوز بالجنة والنجاة من النار

إلى إخوتي وفقهم الله فهم السند المتين والحصن المنيع لي بعد ربي

إلى الرفاق والأصدقاء وزملاء العمل والدراسة رعاهم الله

إلى كل من أحبني في الله وأحببته فيه

الشكر والتقدير

اللهم لك الحمد كما ينبغي لجلال وجهك وعظيم سلطانك حمداً كثيراً طيباً مباركاً فيه ملء السموات والأرض وملء ما شئت من شيء بعده والصلاة والسلام على إمام المتقين سيدنا محمد وعلى آله وأصحابه أجمعين.

لقد وفقنا الله للتعلم والعلم وكل ذلك من فضله فلا أدين لنفسي بشيء فالشكر لله أولاً وآخراً والشكر لله الذي يسر أمري بالتعلم من أستاذي الفاضل الدكتور عثمان غنيم بما قدمه لي من علم بكل رحابة صدر وأخلاق رفيعة تعانق النجوم في السماء.

كما أتوجه بالشكر إلى اللجنة المناقشة وما ستقدمه لي من زيادة في العلم والمعرفة، والشكر الموصول لكل من ساهم في إنتاج هذه الدراسة.

والله الموفق والمستعان ،،،

قائمة المحتويات

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

ملخص

تنمية مشاريع الطاقة المتجددة من منظور التنمية المستديمة

"حالة دراسية الأردن"

إعداد

محمد كايد فارس الرشدان

إشراف

الأستاذ الدكتور عثمان محمد غنيم

تهدف هذه الدراسة إلى بناء نموذج مقترح لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة يحقق استراتيجية التنمية المستديمة في الأردن، ولكي تحقق الدراسة أهدافها فقد اعتمدت على المنهج الوصفي حيث تم جمع البيانات من الجهات ذات العلاقة مثل وزارة الطاقة والثروة المعدنية ووزارة البيئة ومركز بحوث الطاقة والمركز الجغرافي الملكي الأردني ودائرة الأرصاد الجوية، كما استخدمت الدراسة أساليب التحليل المكاني وبالذات

التطابق الموزون في عملية تقييم الملائمة المكانية في بناء النموذج المقترح لبناء وتنمية مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن.

توصلت الدراسة إلى العلاقة التكاملية بين استغلال مصادر الطاقة المتجددة والتنمية المستديمة وأهمية التوجه إلى استغلال مصادر الطاقة المتجددة في الأردن باعتباره خيار استراتيجي، كما قدمت الدراسة نموذج مقترح لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

وأوصت الدراسة بضرورة استغلال الميزة المكانية للأردن بتعظيم الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن، وتوظيف نظم المعلومات الجغرافية وقواعد البيانات المكانية في أساليب التحليل المكاني لصناعة القرار، والتوسع في الدراسات الميدانية فيما يخص أماكن تركز الإشعاع الشمسي ومناطق مصادر الرياح لضمان النتائج الحقيقية والفعالة.

الفصل الأول

الإطار العام للدراسة

مقدمة

تشكل مصادر الطاقة في المملكة الأردنية الهاشمية هاجس كبير لدى الحكومة لما لها من أثر كبير في التنمية والاستثمار، فالأردن بلد مستورد لمصادر الطاقة، حيث يتحمل الاقتصاد الوطني أعباء كبيرة فوق قدراته المادية نتيجة استيراد هذه المواد، فعندما تصل فاتورة الطاقة إلى خمسة مليارات دينار أردني فهذا بمثابة ناقوس خطر تدقه الحكومة لما يترتب عليه من آثار سلبية على القطاعات الثلاثة الحكومية والمدنية والخاصة، وبالنظر للجانب البيئي فإن الأردن حاله حال دول العالم يساهم ولو بنسبة قليلة بالتأثير على البيئة العالمية نتيجة استخدام مصادر الطاقة غير النظيفة، فمصادر الطاقة المستخدمة في الأردن ذات آثار بيئية ضارة ناهيك عن الآثار الاجتماعية.

تعالج عملية تنمية مشاريع الطاقة المتجددة من منظور التنمية المستديمة جميع الجوانب السابقة، فعند إسقاط محاور التنمية المستديمة على مشاريع الطاقة نجد أن الكلفة الاقتصادية على المدى البعيد مناسبة ويمكن وصفها بالمستقرة، والآثار البيئية الضارة تميل إلى الزوال مما يكون له التأثير الكبير على الجانب الاجتماعي بكافة أشكاله.

مشكلة الدراسة

أصبح هناك توجه عام في الأردن في السنوات القليلة الماضية للاستثمار في الطاقة المتجددة نتيجة للظروف السياسية والاقتصادية والاجتماعية الداخلية والخارجية، كما أن هناك نظرة مستقبلية وتوجه عالمي للاستثمار في المشاريع التي تحافظ على البيئة، فالتطور التكنولوجي الكبير وتطبيقات نظم المعلومات يمكن

أن تساهم بشكل فعال في عملية التخطيط لمشاريع الطاقة المتجددة بشكل صحيح ومدروس وفقا لأسس علمية ودراسات ومنهجية واضحة.

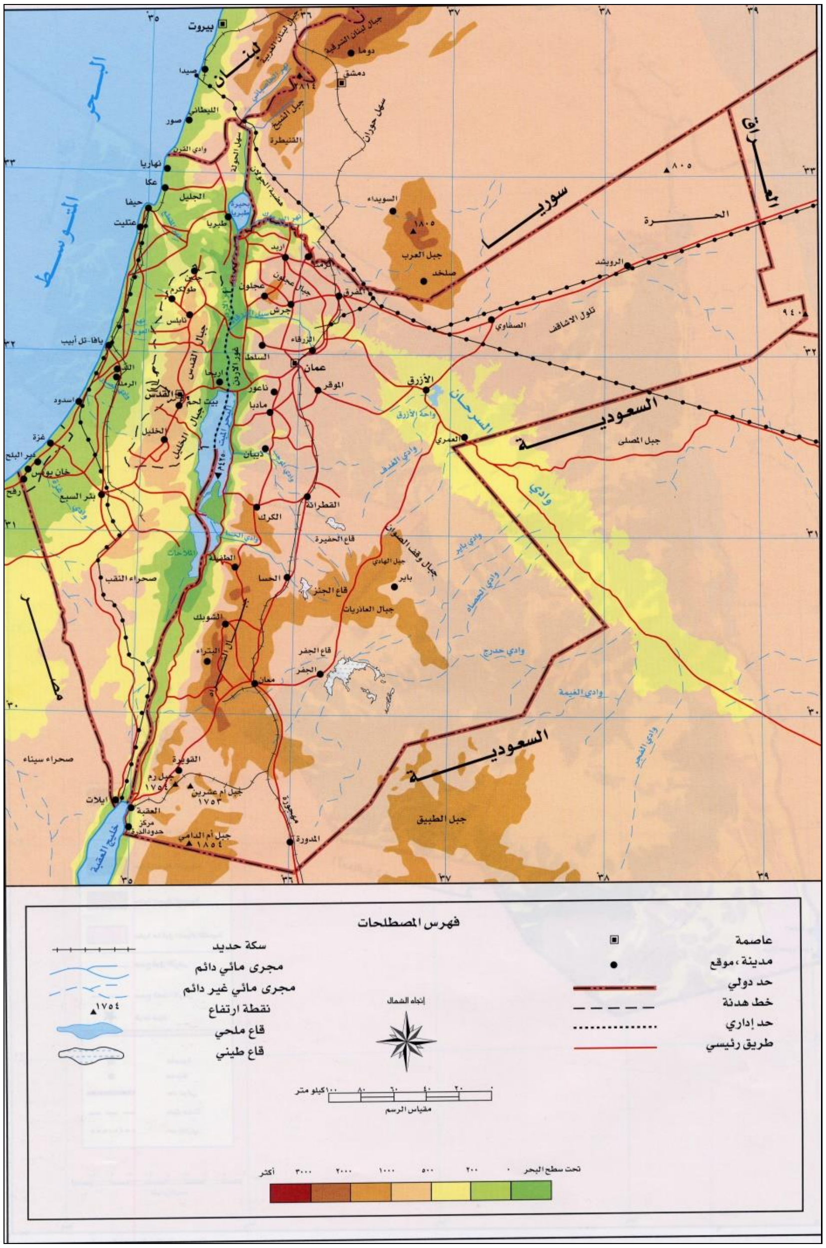
تتمثل مشكلة الدراسة في إهمال الجانب البيئي والاجتماعي عند تنفيذ مشاريع الطاقة غير المتجددة، الأمر الذي أدى إلى خلق أزمات بيئية كبيرة في بعض المناطق الأردنية، يضاف لذلك الارتفاع المستمر في الفاتورة النفطية التي يتحملها الاقتصاد الوطني نتيجة عدم الاستقرار في أسواق النفط والغاز العالمية إلى جانب أن مشاريع الطاقة المتجددة التي تم العمل بها وتنفيذها لغاية الآن غير كافية لإحداث توازن اقتصادي على المدى البعيد، لذلك جاءت هذه الدراسة في محاولة للإجابة على الأسئلة التالية:

- ما دور مشاريع الطاقة المتجددة في تحقيق مبادئ التنمية المستديمة في الأردن؟
- ما هي الاعتبارات التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار في تخطيط مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن؟
- كيف يمكن توظيف معايير ومتطلبات التنمية المستديمة في بناء نموذج لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن؟

منطقة الدراسة

تشمل منطقة الدراسة المملكة الأردنية الهاشمية التي هي إحدى الدول العربية التي تتوسط منطقة الشرق الأوسط، ويقع الأردن بين خطي عرض ٢٩,١١ و٢٢,٣٣ شمالاً وخطي طول ٣٤,٥٩ و٣٩,١٨ شرقا بمساحة ٨٩,٢٨٧ كيلومتر مربع، الأردن موطن للمستوطنات البشرية منذ القدم وتعاقبت عليه العديد من الحضارات والتي ما زالت شاهدة لهذا اليوم فهو بلد مشبع بالتاريخ ومخزن من الآثار الطبيعية، ولعب موقع الأردن الحيوي قناة اتصال بين قارتي آسيا وأفريقيا وكما له الأهمية كونه البوابة الشمالية للجزيرة

العربية،.وللأردن تضاريس تميزه وخاصة به بدءاً من وادي الأردن من الغرب مرورا بالمرتفعات الجبلية لتتصل بالهضبة الصحراوية شرقا مما أكسبه ميزة مناخية متجانسة مع مناخ حوض البحر المتوسط ومناخ صحراوي في المناطق الصحراوية (http://www.jnrc.gov.jo/Jordan_A.html) (الشكل رقم ١).



شكل رقم ١: المملكة الأردنية الهاشمية/ منطقة الدراسة

المصدر: المركز الجغرافي الملكي الأردني، ٢٠١٣

أهداف الدراسة

نظرا لتوجه العالم نحو الاهتمام بالبيئة وتحقيق مفهوم الاستدامة الشامل بكافة المجالات، فإن مشاريع الطاقة تتربع على أعلى الهرم نظرا لأهميتها ودورها الكبير في التخفيف من مظاهر التلوث البيئي، فمشاريع الطاقة المتجددة النظيفة المستديمة (الرياح، أشعة الشمس، القدرة المائية... الخ) تعد خيارات استراتيجية لتحقيق متطلبات التنمية المستقبلية، إن مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن ليس خيارا من عدة خيارات بل هي خيار استراتيجي من الناحية الاقتصادية والسياسية والاجتماعية والبيئية، ومما سبق فإنه يمكن تحديد الأهداف التي تسعى الدراسة لتحقيقها فيما يلي:

- بيان مدى أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة ودعم التنمية المستديمة.
- دراسة الوضع الحالي للطاقة المتجددة وغير المتجددة في الأردن.
- وضع المعايير والأسس اللازمة لبناء مشاريع الطاقة المتجددة.
- إسقاط محاور التنمية المستديمة على مشاريع الطاقة المتجددة.
- بناء نموذج مقترح لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن وفق مبادئ التنمية المستديمة.

الدراسات السابقة

سوف تعتمد الدراسة في تحقيق أهدافها على مجموعة من الدراسات والأدبيات السابقة في هذا المجال وهي:

أ- الدراسات العربية

دراسة الخياط (٢٠٠٦) بعنوان "الطاقة البديلة تحديات وآمال".

هدفت الدراسة إلى تحليل الوضع الحالي للطلب على الطاقة ومحاولة التنبؤ بالطلب على الطاقة بالمستقبل مستخدمة المنهج الوصفي حيث تبين هذه الدراسة واقع أسواق النفط ومدى ارتباطها بالسياسة والاقتصاد وتأثير الأزمات عليها، كما تدرس تاريخ أسواق النفط إحصائيا وتحاول التنبؤ بأسواق النفط المستقبلية، وتظهر الدراسة الواقع الحالي والمستقبلي لمصادر الطاقة واستغلالها، وتشير إلى أن هذه المصادر لن تستمر إلى ما لا نهاية، ولن تكون قادرة على تلبية حاجات المستقبل نتيجة لنضوبها، فالدراسة قدمت حلولا لتلبية ازدياد الطلب على الطاقة بالتوجه إلى الطاقة البديلة (الشمسية والرياح وحرارة باطن الأرض والهيدروجين والطاقة النووية)، وقدمت مصطلح لأسواق الطاقة المتجددة وهو السوق الخضراء ويقصد به الاستثمار في الطاقة من مصادر متجددة صديقة للبيئة، وبالنهاية فإن الدراسة خلصت إلى أن الواقع سيفرض على الجميع التوجه إلى الطاقة المتجددة.

دراسة طالبي وساحل (٢٠٠٨) بعنوان "أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة".

هدفت الدراسة إلى بيان مدى أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة وتحقيق التنمية واعتمدت الدراسة المنهج الوصفي، حيث بينت مدى الارتباط بين البيئة والتنمية وما تمثله الطاقة المتجددة في الحفاظ على البيئة، وتستعرض التجربة الألمانية والتي يمكن أن تستفيد منها دول العالم الثالث ومنها الدول العربية، حيث

تعتبر ألمانيا من الدول الصناعية الكبرى مما فاقم المشكلات البيئية لديها، ولحل المشكلات تحاول ألمانيا الوصول إلى الطاقة المتجددة باستغلال خبراتها وقدراتها بأحدث ما توصل إليه البحث العلمي، حيث يعيش الاقتصاد الألماني معجزته الخضراء بتوليد الطاقة من أشعة الشمس والرياح والماء ويدر أرباحا كبيرة ويحقق صادرات قياسية، فأكبر طاقة إنتاجية في العالم لتجمعات تعمل بطاقة الرياح وأحدث تقنيات محطات توليد الطاقة، حيث يتطور قطاع البيئة إلى قطاع كبير في الاقتصاد الألماني وهو اليوم المحرك الأساسي في سوق العمل، وتشير البيانات التي نشرها اتحاد منتجي الطاقة المتجددة في ألمانيا تشير إلى أن استخدام الطاقة المتجددة في هذا البلد سيرتفع بصورة كبيرة، وسيؤدي ذلك إلى تخفيض الاعتماد على الطاقة التقليدية الضارة للبيئة، مقابل زيادة الاعتماد على الطاقة المتجددة النظيفة.

دراسة الشيتي والخياط (٢٠١٠) بعنوان "استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تنمية مشروعات الطاقة المتجددة – دراسة حالة مصر–".

الهدف من هذه الدراسة هو دراسة وتحليل الوضع الحالي لتطوير وتخطيط مشروعات الطاقة المتجددة باستخدام تقنيات النظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها بالإضافة إلى منهج البحث العلمي الوصفي بالجزء المتعلق بالمفاهيم الأساسية للطاقة والاستدامة، تتناول الدراسة استعراض وتحليل نماذج وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية ونظم دعم القرار المستخدمة في الدول الأوروبية وصولا إلى اقتراح نموذج لنظام معلومات جغرافي يهدف إلي تطوير وتحديد مصادر الطاقة المتجددة في مصر، أما نتائج هذه الدراسة تشير إلى إمكانية تحليل الجدوى الاقتصادية والاجتماعية لإنشاء مشروعات الرياح في المناطق المختلفة من خلال تحليل البيانات الجغرافية والسكانية والديموغرافية لهذه المناطق وبذلك تحقيق التنمية المستدامة لهذه المناطق.

دراسة بوعشير (٢٠١١) بعنوان "دور وأهمية الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستديمة".

هدفت الدراسة إلى بيان وضع مشاريع الطاقة المتجددة القائمة أو المقترحة في الجزائر ودورها في تحقيق تنمية مستديمة، من خلال إبراز الدور الرئيسي للطاقة في التنمية المستديمة وزيادة درجة الوعي بضرورة ترشيد استهلاك مصادر الطاقة غير المتجددة للحفاظ على حق الأجيال القادمة، والعمل الدؤوب على تطوير مشاريع الطاقة المتجددة وإبراز أهميتها البيئية والاقتصادية، وتشير نتائج الدراسة إلى أن الطاقة المتجددة وإن لم تصل بعد إلى درجة النضج والتأثير الفعال في التنمية لأن صناعتها مازالت تحتاج إلى عقود، إلا أنها تؤثر وتلعب دور هام في تحقيق التنمية المستديمة خاصة في الدول النامية والمناطق الفقيرة في العالم، فهي تعالج الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والبيئية في آن واحد.

دراسة حدة (٢٠١٢) بعنوان "الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر".

هدفت الدراسة إلى تشخيص واقع ومستقبل الطاقات المتجددة في الجزائر من خلال دراسة حالة مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر بأسلوب المنهج الوصفي، حيث تشير الدراسة إلى التنمية وما صاحبها من ضغوط كبيرة على البيئة واستنزاف للموارد الطبيعية ويصور حالة الإدمان العالمي على مصادر الطاقة الناضبة، وحاول البحث الوصول إلى الطاقة المتجددة لهدف بيئي وآخر اقتصادي وبذلك لتحقيق مفهوم الاستدامة بمفهومها الشامل، وتوظيف مبادئ التنمية المستديمة في مشاريع الطاقة، وقد ذكر البحث عدة أشكال من الطاقة المتجددة والتي يمكن أن تكون بديلا جيدا عن مصادر الطاقة غير المتجددة، ومن اهم نتائج الدراسة كانت بناء قاعدة بيانات مكانية لاستثمارها في مشاريع الطاقة المتجددة وضرورة الدعم

المادي للمواطنين بالقيام بمشاريع الطاقة المتجددة والتوجه التدريجي للطاقة المتجددة بإنشاء مشاريع كبرى للطاقة المتجددة.

دراسة محمود (بلا) بعنوان "آليات تفعيل تطبيقات استخدام الطاقة الشمسية في إيجاد تنمية حضرية مستدامة".

هدفت الدراسة إلى تحقيق استراتيجية للتنمية المستديمة للتجمعات الحضرية باعتماد الطاقة الجديدة المتولدة من تركز أشعة الشمس واعتمدت على المنهج الوصفي لتحقيق الأهداف، واعتبرت تطبيق مشاريع الطاقة المتجددة خيارا استراتيجيا لتلبية الاحتياجات المستقبلية وخاصة في مصر والوطن العربي للميزة المكانية التي يتمتع بها، وأشارت إلى وجود ارتباط شديد بين التنمية والطاقة باعتبارها الركيزة الأساسية، واهتمت أيضا بالمصادر التقليدية للطاقة واستمراريتها خلال العقود الثلاثة القادمة والأضرار البيئية الناجمة عن استخدام مصادر الطاقة المتولدة من الوقود الأحفوري وخاصة بالمناطق السكانية، وقدم البحث عدة آليات لتفعيل أنظمة الطاقة الشمسية وتحقيق مبادئ الاستدامة في التنمية من خلال البحث والتطوير والشراكة والتمويل والتوعية والتحفيز والتشريع والقانون وتضمين ذلك في المخططات التنموية للمناطق والتجمعات.

ب- الدراسات الأجنبية

Study for ADAS, Woodthorne, Wergs Road and Wolverhampton (2003) Entitled "Renewable energy and its impact on rural development and sustainable in the UK".

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد وقياس المنافع الاجتماعية والاقتصادية من الطاقة المتجددة، من خلال عدد من دراسات الحالة واستقراء النتائج لهذه الصناعة مع الأخذ في الاعتبار التغييرات في هياكل الدعم وأسواق الطاقة المتجددة والتأثيرات المحتملة لتكنولوجيات الطاقة المتجددة، وقدرت الدراسة التأثير الذي يمكن

أن يجعل الطاقة المتجددة لها دور في التنمية الريفية، حيث تشير الدراسة إلى أن المنفعة البيئية هو المبرر الرئيسي للتأييد الشعبي لتوليد الطاقة المتجددة كما أن هناك ميزة أخرى هو مساهمتها في المجتمعات الريفية اقتصاديا واجتماعيا، وتشير الدراسة إلى العوامل التي تحكم مساهمة الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية الريفية من خلال التقنية المستخدمة والتي تعتمد على قدرتها على التنافس مع الطاقة التقليدية وقضايا التخطيط وموافقة المجتمع بالمنافع التي هي مفتاح التنمية، كما تشير الدراسة إلى السياسات التي اتخذتها الحكومة البريطانية في العقد الأخير لمشاريع الطاقة وتشجيع استخدام الطاقة المتجددة لتحقيق المنافع الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.

Study for Tegou, Polatidis and A. Haralambopoulos (2007) Entitled "Distributed Generation with Renewable Energy Systems: The spatial dimension for an autonomous Grid".

هدفت الدراسة إلى بناء نظم الطاقة المستديمة باستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية، وبينت الحاجة الماسة للطاقة المستديمة بسبب الآثار البيئة التي ظهرت مؤخرا نتيجة توليد معظم الطاقة من الوقود الأحفوري، وقدمت الطاقة المتجددة كخيار لمصادر الطاقة في المستقبل مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية والكتلة الحيوية، كما قدمت الورقة عرضا موجزا لنظام دعم القرار المكاني لتحديد المواقع المثلى لمشاريع الطاقة المتجددة في جزيرة ليسفوس باليونان حيث مختلف مصادر الطاقة المتجددة التي يمكن العثور عليها وتم تحديد مجموعة متنوعة من القيود والعوامل التي تحكم اختيار مشاريع الطاقة المتجددة منها البيئية والاعتبارات الاجتماعية والسياسية والاقتصادية، محاولة الوصول إلى رؤية تنموية لنظم الطاقة المستديمة القائمة على الموارد الطبيعية المتوفرة محليا وتسهيل عملية انتقال الطاقة والسياسات البيئية الوطنية نحو تحقيق الاستدامة.

Study for Rı´o and Burguillo (2009) Entitled "An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability".

هدفت الدراسة إلى تحليل تجريبي لتأثير نشر الطاقة المتجددة على الاستدامة المحلية والدور التي تحققه في التنمية المستديمة مستخدمة التحليل الإحصائي لذلك الغرض من خلال دراسة الفوائد الاجتماعية والاقتصادية، التي تعزز فرص التنمية، وقد تم تحليل الفوائد على المستوى الوطني عامة والتركيز على المستوى الإقليمي خاصة والمحلي بشكل أخص بتحليل تجريبي لتلك الفوائد من خلال تطبيق الإطار المفاهيمي والمنهجي لتكنولوجيات الطاقة المتجددة في ثلاثة أماكن مختلفة في إسبانيا، وبينت الدراسة أن مساهمة الطاقة المتجددة للأبعاد الاقتصادية والاجتماعية للتنمية المستدامة قد تكون كبيرة حيث تعتمد الفوائد الاجتماعية والاقتصادية على عدة عوامل وليس فقط على نوع من الطاقة المتجددة، فالملامح الاجتماعية والاقتصادية المحددة للأراضي بما في ذلك الهيكل الإنتاجي في المنطقة والعلاقات بين أصحاب المصلحة وإشراك الفاعلين المحليين في مشروع للطاقة المتجددة قد تلعب دور مؤثرا في هذا الصدد.

Study for Kulkarni & Banerjee (2011) Entitled "Renewable energy mapping in Maharashtra, India using GIS".

هدفت الدراسة إلى بناء خارطة لأماكن استثمار مشاريع الطاقة المتجددة من خلال التحليل المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، حيث أشارت الدراسة إلى الآثار السلبية للوقود الأحفوري المستخدم في توليد الطاقة، وتناولت الموضوع من ناحية اقتصادية وبيئية حيث المخزون المحدود لمصادر الطاقة غير المتجددة والتحول إلى البدائل الصديقة للبيئة التي هي قابلة للتجديد بحيث يضمن تلبية حاجات الطلب المستقبلية على الطاقة، واعتمدت الدراسة إلى توظيف نظام المعلومات الجغرافي لرسم الخرائط وبيان المواقع التي يمكن الاستفادة منها في مشاريع الطاقة المتجددة، وقد اتخذت دراسة حالة ولاية ماهاراشترا الهندية من

خلال تحليل التباين للطاقة المتجددة بالنظر إلى الجانب المكاني حيث يتم تعيين بيانات الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح المتاحة لعدة مواقع في الدولة ومن ثم إجراء التحليل المكاني وإعداد تقرير بتقدير إمكانات الطاقة المتجددة المتاحة في الدولة.

ما يميز هذه الدراسة عن الدراسات السابقة

تناولت الكثير من الدراسات موضوع الطاقة المتجددة والتنمية المستديمة لما تحققه من نتائج إيجابية على المستوى البيئي والاقتصادي، وفي هذه الدراسة تم أخذ عينة من الدراسات ونلاحظ أن بعضها اهتم بمشاريع الطاقة المتجددة من ناحية الاستدامة والبعض الآخر من ناحية الموقع الجغرافي.

أما في هذه الدراسة فنحاول دراسة مشاريع الطاقة المتجددة من منظور التنمية المستديمة بمحاورها البيئية والاقتصادية والاجتماعية، من خلال بناء نموذج افتراضي يعتمد على قواعد البيانات المكانية لتنمية وتطوير مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن.

منهجية البحث

اعتمدت الدراسة في جمع بياناتها على المؤسسات الحكومية ذات العلاقة مثل وزارة الطاقة والثروة المعدنية وهيئة تنظيم قطاع الطاقة ومركز بحوث الطاقة والمركز الجغرافي الملكي الأردني ووزارة البيئة ودائرة الأرصاد الجوية.

استخدمت الدراسة المنهج الوصفي في بيان مدى الارتباط بين الطاقة المتجددة ومعايير التنمية المستديمة ودراسة الوضع الحالي للطاقة في الأردن وتخطيط وتطوير مشاريع الطاقة المتجددة، كما استخدمت الدراسة أساليب التحليل المكاني وبالذات أسلوب التطابق الموزون في عملية تقييم الملائمة المكانية في بناء النموذج المقترح لبناء مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن، وقد اعتمدت على الخطوات البحثية التالية في إعداد النموذج المقترح لتخطيط وتطوير مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن:

١. دراسة الطلب الحالي والتنبؤ المستقبلي للطاقة في الأردن.

٢. تحديد متطلبات ومعايير تنمية مشاريع الطاقة من منظور التنمية المستديمة في الأردن.

٣. وضع الأولويات لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن.

٤. تحديد وتصنيف العوامل المؤثرة في تنمية مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن

٥. تقييم الملائمة المكانية لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن.

٦. آلية تطبيق النموذج المقترح لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن باستخدام برمجية (ArcGIS10) والخاصة بنظم المعلومات الجغرافية.

الفصل الثاني

الإطار النظري للدراسة

مقدمة

نظرا للتطور المتسارع في العالم أصبحت الطاقة ضرورة لاستمرار الحياة على الأرض وإعمارها، فالدول تعمل جاهدة لتوفيرها لضمان العيش الكريم لشعوبها مما يتطلب أن توفر المصادر المولدة للطاقة، فهي أحد أهم المدخلات لتحقيق النمو الاقتصادي والتنمية البشرية، فاستدامة نظم الطاقة في المستقبل أمر ضروري وإحدى الركائز الأساسية للتنمية المستديمة، فالطاقة المستديمة قادرة على تلبية حاجات ومتطلبات المجتمعات المتزايدة دون المساس بمقدرات المستقبل من الموارد الطبيعية المحدودة فجميع مصادر الطاقة المتجددة كالشمسية والهوائية والحرارية والمائية هي أشكال للطاقة المستديمة فكانت في السابق مستغلة وفق الإمكانيات المتاحة في ذلك الوقت وكانت من ضمن الأسباب التي ساعدت البشرية في الماضي على التغلب على مصاعب الحياة، كما أنها تتميز بتأثير منخفض على البيئة ووفرتها على نطاق واسع واستمراريتها وتجددها بشكل طبيعي.

أولاً: الطاقة.

تعتبر الطاقة أحد المقومات الأساسية للحياة البشرية المعاصرة والمجتمعات المتحضرة، وهي ضرورة لكافة قطاعات المجتمع في الأمور اليومية فتستخدم في وسائل النقل المختلفة والمصانع والشركات والأغراض المنزلية... الخ، فكل حركة يقوم بها الكائن الحي تحتاج إلى قدر كاف من الطاقة للقيام بتلك العملية فيستمد الكائن الحي الطاقة لإنجاز عمل ما من الغذاء المتنوع ويتم تحويله بعملية ما إلى طاقة، حيث يمكن تعريف الطاقة بأنها هي قدرة نظام ما على القيام بعمل ما وتعرف أيضا على أنها المقدرة على إنجاز شغل ما،

وللطاقة العديد من الأشكال منها الحركية والمكانية والضوئية والكهرومغناطيسية والحرارية والإشعاعية وغيرها من الأشكال، ويتم تحويل تلك الأشكال وفق الملائم وذلك حسب قانون حفظ الطاقة فإن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم وإنما تتحول من شكل لآخر، فمثلا تحويل الطاقة الكيميائية المخزنة في بطارية ما إلى طاقة كهربائية، فمصادر الطاقة المستخدمة حاليا والتي توفر القدرة على تلبية حاجات المجتمعات مصنفة حسب مصادرها (معرفي، ١٩٩٩، ص٨٥):

- الوقود الأحفوري: وتشمل الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي، عن طريق استخراج الطاقة من المواد العضوية المخزنة في باطن الأرض ويستفاد منه عند حرقه لتوفير الطاقة ويشكل المصدر الرئيسي للطاقة حاليا في العالم حيث أن ٩٠% من الطاقة الموجودة التي يتم استهلاكها من هذا المصدر.
- مصادر الطاقة الميكانيكية: وهي تلك المتولدة من التدفق المائي وحركة المد والجزر وحركة الرياح حيث يتم استغلال قوة الدفع الميكانيكي لتحويلها إلى طاقة كهربائية.
- مصادر الطاقة الحرارية: ويتم الحصول عليها إما من خلال الطاقة الحرارية الجوفية مثل ينابيع المياه الحارة أو من خلال الطاقة الشمسية وذلك بتحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية.
- مصادر الطاقة الحيوية: ويتم إنتاجه من الكائنات الحية الحيوانية أو النباتية، وبذلك يتم إنتاج الوقود الحيوي ليكون بديلا عن الوقود الأحفوري.
- الطاقة النووية: ويتم الحصول عليها بالانشطار النووي في المفاعلات النووية حيث تتميز بتوليد كميات كبيرة من الطاقة والتي يستفاد منها في الطاقة الكهربائية، لكن سلبياتها تجعل منها طاقة

غير آمنة للمجتمعات مثل النفايات المشعة والسلامة العامة للمفاعلات النووية والتشرب الإشعاعي.

كما يمكن تصنيف مصادر الطاقة وفقا لإمكانية تجددها واستمراريتها إلى (بدران، ٢٠٠٤، ص٤٣):

- طاقة غير متجددة (التقليدية): وتسمى أيضا الطاقة التقليدية أو المستنفذة وتشمل الوقود الأحفوري والمواد الكيميائية والطاقة النووية، حيث لا يمكن تعويض مصادرها بزمن قصير.
- طاقة متجددة (الجديدة): وتسمى أيضا بالطافة النظيفة أو البديلة وتشمل الطاقة الشمسية والريحية والمائية والطاقة الجوفية والحيوية، وتتميز باستمراريتها وعدم نفادها بإذن الله.

وفيما يلي عرض لهذين النوعين من مصادر الطاقة كما يلي:

أ- الطاقة غير المتجددة

وهي الطاقة المتولدة من مصادر محدودة وغير دائمة في الطبيعة وتشكل ضررا على البيئة في الاستفادة منها، فالموارد الطبيعية مثل الفحم والبترول (النفط الخام) والغاز الطبيعي يستغرق آلاف السنين لإعادة تكوينه طبيعيا حيث لا يمكن استبداله بأسرع مما يجري استهلاكه، في نهاية المطاف ستصبح الطاقة المعتمدة على الوقود الأحفوري مكلفة للغاية وسوف تحتاج الإنسانية إلى التحول من اعتمادها على مصادر أخرى للطاقة، فمصادر الطاقة غير المتجددة هي تلك المصادر التي تستنزف احتياطيات البقايا الأحفورية المودعة على مدى قرون في باطن الأرض، فهناك العديد من الأماكن في العالم التي تعاني من تدهور سريع في الأنظمة البيئية وتلوث هوائي بوتيرة متسارعة واستنزاف هائل ومتزايد للموارد الطبيعية المتاحة، فلا بد للعالم اذا أراد أن يبقى على قيد الحياة أن يأخذ بالتدابير المناسبة للحد من ذلك.

- **مصادر الطاقة غير المتجددة الرئيسية:**

يعتبر الوقود الأحفوري هو المصدر الرئيسي لمصادر الطاقة غير المتجددة، ويستخرج من المواد الأحفورية على شكل فحم حجري ونفطي وصخر زيتي وغاز طبيعي، منذ القرن السابع عشر ظل الطلب المستمر على النفط وأنواع الوقود الأحفوري الأخرى للقيام بأنظمة البنية التحتية والنقل التقليدية والتي يتم تركيبها على محركات الاحتراق، ويعتقد أن الاستخدام المستمر للوقود الأحفوري في المعدل الحالي سبب لزيادة ظاهرة الاحتباس الحراري وتغير المناخ، ومع ازدياد الطلب على الطاقة والبحث المستمر عن بدائل للوقود الأحفوري ظهر ما يعرف بالطاقة النووية التي تستخدم اليورانيوم كمادة خام وبالفعل توجهت الحكومات لاستغلال هذه الطاقة.

أ- الوقود الأحفوري:

وينطوي تحت مصطلح الوقود الأحفوري أنواع عديدة من مصادر الطاقة وأهمها (ايفانز،٢٠١١، ص٣٥):

- **الفحم:** الفحم هو الشكل الأكثر وفرة من الوقود الأحفوري المتاح على الأرض، تشكل نتيجة اضمحلال النباتات والحيوانات القديمة قبل عدة قرون، يتركز الفحم تحت الأرض وهو مصدر رئيسي من الوقود لتوليد الكهرباء، تتطلب معظم محطات الكهرباء على الأرض احتياطيات ضخمة من الفحم لإنتاج الكهرباء بشكل مستمر دون انقطاع فيتم حرق الفحم، وإنتاج الحرارة التي تستخدم لتحويل الماء إلى تيار البخار لتحريك التي تنتج الكهرباء، يحتوي الفحم كمية كبيرة من الكربون عندما يتم حرقه لإنتاج الطاقة فإنه يمزج مع الأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون فغاز ثاني أكسيد الكربون هو أحد الغازات المسؤولة عن ظاهرة

الاحتباس الحراري، وقد أدى استخراج الفحم بكميات كبيرة والاستخدام المفرط في تدهور البيئة واختلالها، وعلى الرغم من الكميات الكبيرة من الفحم المستودع في الأرض ولكن من المتوقع أنها لن تستمر لأكثر من خمسين عام في حال بقيت معدلات الاستهلاك تتسارع بهذه الطريقة (الخياط، ٢٠٠٦، ص٣٥).

- **النفط:** النفط متوفر بكثرة في معظم دول الشرق الأوسط وموجود أيضا في أمريكا الشمالية وكندا حيث بعض الآبار النفطية المحدودة، معظم الدول لا تزال تعتمد على هذه الدول لتلبية الاحتياجات النفطية وخاصة الدول الصناعية، وقد أدى استخدام النفط في المزيد من التلوث الهوائي حيث يعتبر مصدر رئيسي للوقود الذي يتم استخدامه في النقل، كما أدى أيضا استخراجه من البحار والمحيطات ونقله إلى التأثير بشكل مباشر على طبيعية الحياة المائية سواء النباتية أو الحيوانية نتيجة للتسرب النفطي (الخياط، ٢٠٠٦، ص٣٧).
- **الغاز الطبيعي:** وهو مزيج من عدة غازات بما في ذلك غاز الميثان والإيثان والبروبان والبوتان وتحترق تماما ولا تترك رماد ويعتبر من أنظف أشكال الوقود الأحفوري، فالميثان مثلا نسبة اشتعاله كاملة وليس لديه اللون والطعم والرائحة فيتم إضافة بعض المواد الكيميائية للاستهلاك المنزلي بحيث يمكن بسهولة الكشف عن التسرب، دول الشرق الأوسط وروسيا تملك احتياطيات كبيرة من الغاز الطبيعي، ويمكن اعتباره صديقا للبيئة ولا يسبب تلوث إلا انه غير متجدد وكمياته محدودة (الخياط، ٢٠٠٦، ص٤١).

ب-الوقود النووي:

تتسابق البلدان المتقدمة لتنفيذ برامج الطاقة النووية كما دخلت المعترك بعض الدولة النامية لما من الطاقة النووية من مزايا أحدثت فارق كبير بالمقارنة مع الوقود الأحفوري لذا أصبحت التكنولوجيا الأكثر تفضيلا لإنتاج الطاقة، فأصبحت الدول تتجه نحو امتلاك الطاقة النووية للوفاء بمطالب الطاقة المستقبلية وتمثل ١٦٪ من إنتاج الكهرباء في العالم، محطات الطاقة النووية تستخدم اليورانيوم كوقود لاستخراج الطاقة ويمكن إطلاق الطاقة إما بالانشطار النووي أو الاندماج النووي والانشطار النووي هو الأسلوب الأكثر شيوعا لتسخير الطاقة النووية، أما عن الآثار غير المرغوبة من محطات الطاقة النووية فهي تنتج نوعا من النفايات النووية والعناصر المشعة والتي بدورها هذه العناصر تبعث إشعاعات قوية وبذلك يتم دفنها في أعماق الأرض للتغلب على تلك الأثار وبالتالي حتى لا تؤثر على الحياة الطبيعية والبشرية، وتدور التساؤلات حول سلامة تلك المحطات والكوارث التي حدثت مثل ما حدث في تشرنوبيل في الماضي القريب وما حدث في اليابان(الخياط، ٢٠٠٦، ص٦٨).

- **إيجابيات وسلبيات الطاقة غير المتجددة.**

وفيما يلي سيتم عرض لإيجابيات وسلبيات الطاقة غير المتجددة حسب مصادرها:

أ- إيجابيات وسلبيات طاقة الوقود الأحفوري.

لطاقة الوقود الأحفوري العديد من الإيجابيات والسلبيات وفيما يلي سيتم ذكرها (الشكل رقم ٢):

الإيجابيات	السلبيات
كلفة البناء منخفضة	كلفة التشغيل باهظة
كثافة طاقة حرارية عالية	غير متجددة
سهولة النقل و التخزين	ضارة بالبيئة
الاستخدام الشائع	لا تلبي معايير الاستدامة

شكل رقم ٢: إيجابيات وسلبيات طاقة الوقود الأحفوري

المصدر: عمل الباحث

- **إيجابيات طاقة الوقود الأحفوري:**

لطاقة الوقود الأحفوري العديد من الإيجابيات ونوجزها بما يلي (http://www.conserve-energy-future.com/Advantages_FossilFuels.php):

- رخيص نسبيا، الوقود الأحفوري منخفض التكلفة فاستخراجه والاستفادة منه لا يحتاج إلى استثمارات عالية بالمقارنة بمصادر الطاقة الأخرى.

- متاح بسهولة، مع التقدم في العلوم والتكنولوجيا والتطبيقات الجيولوجية تجعل من اكتشافه واستخراجه امر بسيط ومتاح، كما أن الاستفادة منه لا يحتاج إلى صعوبات وتقنيات كبيرة.
- إنتاج كمية كبيرة من الطاقة، فهو سريع وسهل الاشتعال فهو باعتبار شكل من أشكال الطاقة المحمولة كما أن محركات الاحتراق التي تعمل بالطاقة تحتاج إلى كمية قليلة من الوقود الأحفوري لاستمرارية عملها .
- ذا كثافه طاقه حرارية عالية، فالوقود الأحفوري يمتاز بالقيمة الحرارية العالية وهي واحدة من الأسباب التي تفضل الدول استخدامه عن مصادر البديلة للطاقة.
- سهولة نقله وتخزينه، النشاطات الإنسانية تحتاج إلى إمدادات منتظمة من الوقود الأحفوري مثل النفط والغاز والفحم، فأكبر ميزة لاستخدام الوقود الأحفوري هو سهولة نقله من مكان لآخر وتخزينه بشكل آمن لفترات طويله حيث أن مكوناته من جزيئات الهيدروجين والكربون لا تشكل أي تفاعل مع بعضها البعض كونها عناصر مستقرة.
- الاستخدام الشائع، على الرغم من الجهود المبذولة لجعل المجتمعات التوجه إلى مصادر الطاقة البديلة إلا أن لا يزال الوقود الأحفوري هي الأكثر شيوعا في الاستخدام بسبب وفرته واستخدام البسيط وكلفته إنشاء مشاريع توليد الطاقة منه.
- سهولة إنشاء مشاريع الطاقة المتولدة من الوقود الأحفوري، فبناء محطة طاقة معتمدة على الوقود الأحفوري يمكن أن تتخذ في أي مكان في العالم ما دام هناك وقود لتشغيل تلك المحطة.

- **سلبيات طاقة الوقود الأحفوري:**

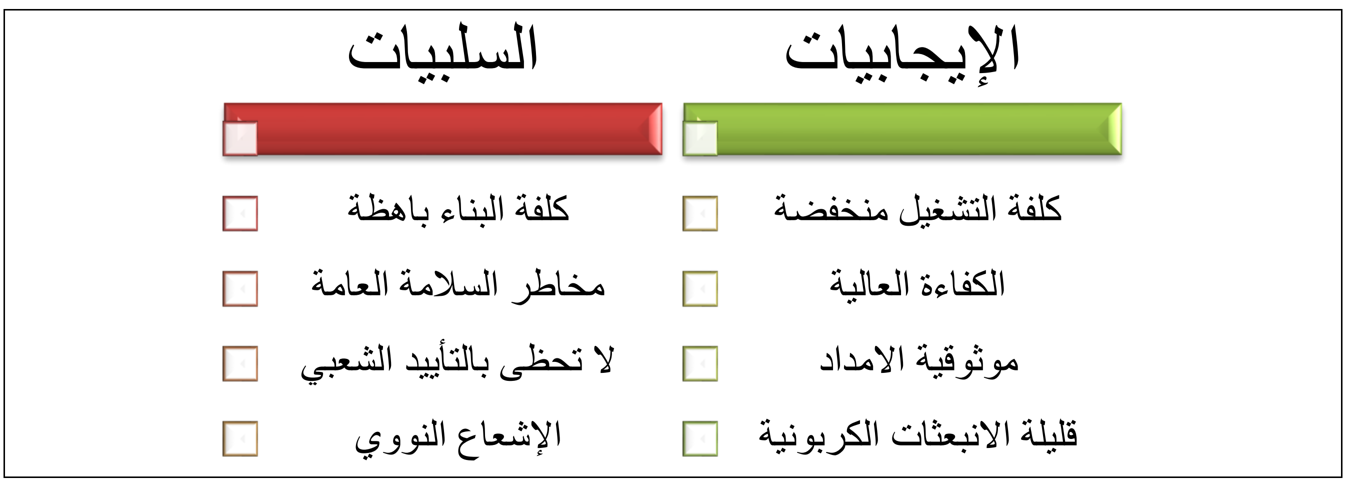
لطاقة الوقود الأحفوري العديد من السلبيات ونوجزها بما يلي (http://www.conserve-energy-future.com/Disadvantages_FossilFuels.php):

- غير قابل للتجدد نتيجة استخدامه بشكل أسرع بكثير مما يمكن استعادته، فهناك كمية محدودة.
- ارتفاع الأسعار، فالعديد من البلدان غير المنتجة للوقود الأحفوري تعتمد على إمدادات ثابتة والدول المنتجة تحاول جاهدة الحفاظ على مستوى أسعار جيد ومناسب مما يؤدي إلى تقلبات مستمرة في الأسعار لتحقق اعلى ربحية ممكنة للدول المصدرة ناهيك عن الجانب السياسي في تحديد أسعار المشتقات النفطية.
- حرق الوقود الأحفوري ينتج التلوث من أكاسيد النيتروجين والأمطار الحمضية من ثاني أكسيد الكبريت.
- ظاهرة الاحتباس الحراري، إنتاج الوقود وحرقه أدى إلى إنتاج كميات هائلة من ثاني أكسيد الكربون التي قد تسبب ظاهرة الاحتباس الحراري التي يشهدها الكوكب حاليا، والتي أدت الزيادة في درجة حرارة الأرض إلى ذوبان القمم الجليدية القطبية والفيضانات في المناطق المنخفضة وارتفاع مستوى مياه البحار.
- التأثير على الحياة المائية نتيجة التسرب النفطي فكثيرا ما نسمع من بعض التسريبات في ناقلات النفط أو السفن، فالنفط الخام يحتوي على بعض المواد السامة والتي عندما تختلط بالماء تشكل خطرا على الحياة المائية.

- تعدين الفحم، فاستخراج الفحم من المناطق التي لديها احتياطيات ضخمة ليس فقط مهمة صعبة وخطيرة ولكن أيضا تشكل خطرا على صحة وحياة العديد من العمال الذين يعملون هناك، كما أن تعدين الفحم يدمر مناطق واسعة من الأراضي ويؤدي إلى اختلال التوازن البيئي.
- بحاجة كمية ضخمة من الاحتياطيات، إن محطات الطاقة التي تعمل بالفحم تحتاج إمدادات ضخمة ومنتظمة من الفحم لإنتاج كمية كبيرة من الكهرباء على أساس دائم، وهذه يعني مزيدا من التدهور البيئي واستنزاف للموارد المتاحة.

ب-إيجابيات وسلبيات الطاقة النووية.

هذا النوع من الطاقة يمتاز بإيجابيات وسلبيات وهي كما يلي (الشكل رقم ٣):



شكل رقم ٣: إيجابيات وسلبيات الطاقة النووية

المصدر: عمل الباحث

- **إيجابيات الطاقة النووية:**

تتسم الطاقة النووية بإيجابيات وستتم ذكر أهمها كما يلي (http://www.conserve-energy-future.com/pros-and-cons-of-nuclear-energy.php):

- انخفاض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، الطاقة النووية لديها حتى الآن أدنى تأثير على البيئة حيث لا تصدر غازات مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان والتي تعتبر مسؤولة إلى حد كبير عن ظاهرة الاحتباس الحراري.
- ذات كفاءة عالية وقوية جدا، فالعديد من البلدان يضعون استثمارات ضخمة في مجال الطاقة النووية نظرا لما تمثله من قدرة عالية بتوليد الطاقة.
- استمرارية الإنتاج، فالطاقة النووية يمكن أن تنتج من محطات الطاقة النووية حتى في حالات الظروف الجوية الصعبة.
- تكلفة الطاقة المتولدة رخيصة، فالسبب الرئيسي وراء انخفاض الطاقة المتولدة هو تكلفة الوقود حيث أنه يتطلب كمية قليلة من اليورانيوم لإنتاج الطاقة.
- الوفرة والمزايا الاقتصادية فهي احد من المصادر الرئيسية للكهرباء في جميع أنحاء البلاد وهي متاحة على نطاق واسع واحتياطات ضخمة من المادة الخام (اليورانيوم) ومن المتوقع أن تستمر لـ ١٠٠ عام.
- سهولة النقل، إنتاج الطاقة النووية يحتاج كمية أقل جدا من المواد الخام فما نحتاجه من المادة الخام تعتبر نسبة لا تذكر بالنسبة للوقود الأحفوري فإنتاج طاقة من ٢٨غم من اليورانيوم يعادل ما ينتجه ١٠٠ طن متري من الفحم الحجري.

- **سلبيات الطاقة النووية:**

وتتسم الطاقة النووية بسلبيات وسيتم ذكر أهمها فيما يلي (http://www.conserve-energy-future.com/pros-and-cons-of-nuclear-energy.php):

- النفايات المشعة، النفايات التي تنتجها المفاعلات النووية تحتاج إلى التخلص منها في مكان آمن لأنها خطرة للغاية ويمكن أن تتسرب الإشعاعات إن لم يكن تخزينها بشكل صحيح.
- الكوارث النووية، تحتاج المفاعلات النووية إلى مناطق تتم دراستها بشكل معمق وفق أعلى معايير ومواصفات السلامة العامة وقابلية المكان للكوارث الطبيعية كالزلازل والبراكين والأعاصير، فالأثر الذي قد ينتج عن خطأ تقني أو بشري يحدث دمارا لا يمكن تصوره.
- الإشعاع النووي، حيث يمكن إنتاج البلوتونيوم. وهو عنصر لا يوجد في الطبيعة وقابل للانشطار، فالبيئة غير قادرة على التخلص منه بسهولة كونه منتج ثانوي من سلسلة من ردود الفعل وهو ضار جداً إذا أدخل في النظام البيئي.
- عالية التكلفة، حيث تحتاج إلى الكثير من الاستثمارات والمبالغ المالية الضخمة لإنشاء محطة الطاقة النووية وهذا ليس بالإمكان دائما وخاصة في الدول النامية في حال لم يكن هناك ممول وداعم للمشروع.

- وفرة الوقود النووي، على عكس الوقود الأحفوري الذي يتم توفيره لكافة البلدان، فهو يتطلب صلاحيات واعتماد من هيئات دولية لضمان السلامة العامة وعدم استخدامه بشكل يؤثر على الأمن العالمي.
- عدم قابليتها للتجدد، تستخدم الطاقة النووية اليورانيوم الذي هو مورد نادر وغير موجود في كثير من البلدان، معظم الدول تعتمد على الدول الأخرى لإمدادات ثابتة من هذا الوقود.
- لا تحظى بالتأييد الشعبي، خاصة في الدول النامية حيث الكوارث التي أحدثتها المفاعلات النووية وأخرها ما حدث في اليابان والتي جعل الشعوب تشكك بالقدرة لدى المؤسسات الحكومية وخاصة بالدول النامية بتطبيق اقصى درجات السلامة والأمان.

ب–الطاقة المتجددة

وهي الطاقة المتولدة من مصادر دائمة ونظيفة واستمراريتها إلى ما لا نهاية بفضل الله وتعتبر صديقة للبيئة كالطاقة الشمسية وغيرها، وتعرف الطاقة المتجددة "تلك الطاقات التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري بمعنى أنها الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكن أن تنفذ، آما تعرف الطاقة المتجددة بأنها الطاقة التي تولد من مصدر طبيعي لا ينضب وهي متوفرة في آل مكان على سطح الأرض ويمكن تحويلها بسهولة إلى طاقة" (حدة، ٢٠١٢، ص١٤٩)، فتعريف الطاقة المتجددة عموما كمصدر من مصادر الطاقة التي تأتي من الموارد التي تتجدد بشكل طبيعي بشكل مباشر مثل أشعة الشمس والرياح والأمطار والمد والجزر والأمواج والحرارة الجوفية، فالطاقة المتجددة حسب تعريف قانون الطاقة الأردني "الطاقة الناتجة من مصادر طبيعية لها طابع الديمومة والاستمرارية" (قانون الطاقة المتجددة وترشيد

الطاقة في الأردن، ٢٠١٣)، فالطاقة المتجددة يمكن أن تحل محل أنواع الوقود التقليدية في توليد الكهرباء والتدفئة وأنظمة النقل وخارج خدمات شبكات الطاقة أي المناطق النائية، ويمكن أن تساهم في إمدادات الطاقة العالمية، حيث توجد موارد الطاقة المتجددة في مناطق جغرافية واسعة وعلى النقيض من مصادر الطاقة الأخرى والتي تتركز في عدد محدود من البلدان.

- **مصادر الطاقة المتجددة**

تتعدد مصادر الطاقة المتجددة وحسب ما تم ذكره في قانون الطاقة الأردني فمصادر الطاقة المتجددة كما وردت في قانون الطاقة الأردني هي "المصادر الطبيعية للطاقة بما فيها الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحيوية والطاقة الحرارية الجوفية والطاقة المائية وغيرها" (قانون الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة في الأردن، ٢٠١٣)، وسيتم ذكر أهم مصادر الطاقة المتجددة الشائعة الاستخدام وهي (ايفانز،٢٠١١، ص ص):

- **الطاقة الشمسية:** وهي الطاقة المتولدة من تركز أشعة الشمس، حيث تشكل الجزء الأكبر من مصادر الطاقة المتجددة مع العلم انه لم يتم استغلال هذه الطاقة النظيفة بشكل جيد حتى وقتنا الحاضر وخاصة في المناطق التي تتركز بها أشعة الشمس بشكل كبير، ويمكن الاستفادة من الطاقة الشمسية إما عن طريق الإضاءة الشمسية حيث يمكن توليد الطاقة الكهربائية من خلال المحولات الكهروضوئية أو عن طريق الحرارة الشمسية حيث يمكن استغلالها في تسخين المياه أنظمة التدفئة والتبريد وتوليد الحرارة، ويمكن تقسيم الطاقة الشمسية وفقا للتكنولوجيا التي تعتمد عليها إلى طاقة شمسية إيجابية باستخدام اللوحات الفولتوضوئية لتحويلها إلى طاقة أخرى وتتسم بإنتاج كميات وفيرة من الطاقة وطاقة شمسية سلبية باستخدام مواد ذات مزايا حرارية وتصميم

مناسب للاماكن ودوران هواء طبيعي وتعتبر وسيلة لتقليل الحاجة إلى الطاقة أي أنها ثانوية ولا يمكن الاعتماد عليها بشكل كبير.

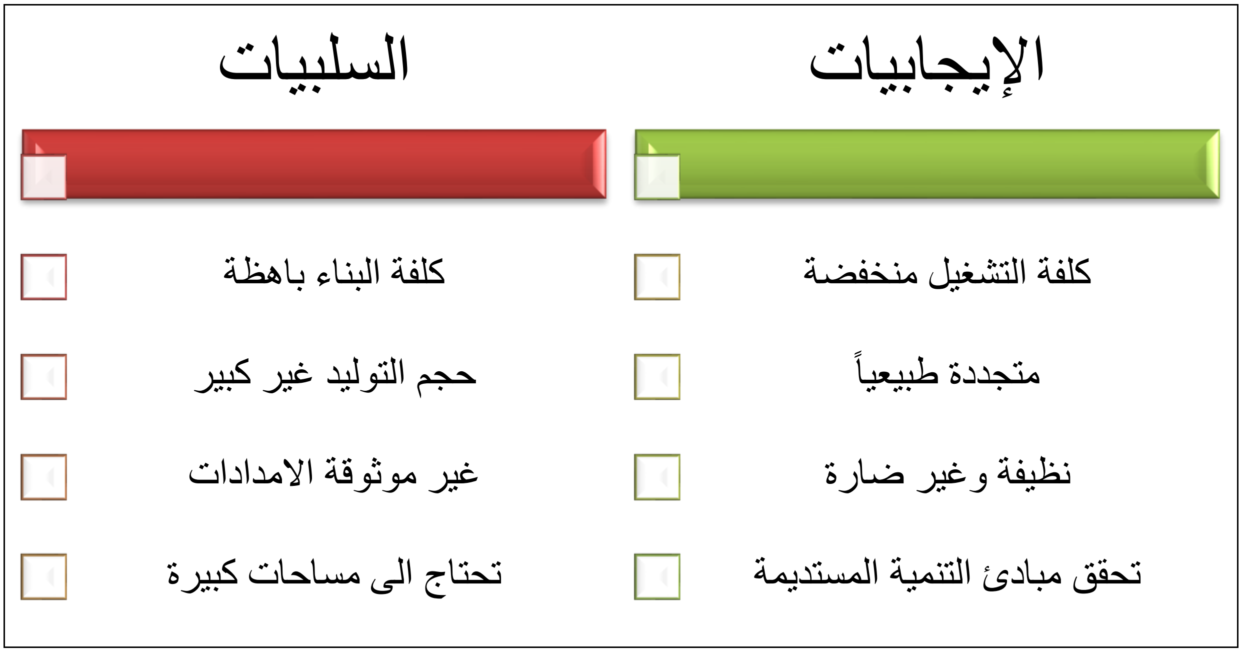
- **طاقة الرياح:** وهي الطاقة المتولدة من حركة الهواء والرياح، حيث يتم تحويل طاقة الرياح باستخدام التوربينات لإنتاج الطاقة الكهربائية وطواحين الهواء لإنتاج الطاقة الميكانيكية والمضخات الهوائية لضخ المياه، ويمكن تصنيف طاقة الرياح المولدة إلى طاقة كهربائية وفق المنطقة المقام عليها التوربينات إلى طاقة رياح برية وتمتاز بقلة تكلفة إنشاؤها وتنافسيتها العالية نظرا لما توفره من إمداد للشبكة الكهربائية للمناطق النائية، وطاقة رياح بحرية وتمتاز بثبات الرياح والسرعة العالية مقارنة بالرياح البرية وتكاليف إنشاء وصيانة كبيرة.
- **الطاقة المائية:** وهي الطاقة المتولدة من التدفق المائي نتيجة جريان الأنهار والمصبات المائية، وهي من اكثر أنواع الطاقة المتجددة انتشارا واستخداما في العالم وتمثل الطاقة المائية واحدة من أقدم وأكبر مصادر الطاقة المتجددة حيث تشكل ما يقرب من ١٠٪ من الكهرباء في العالم، فيتم توليد الطاقة الكهربائية من خلال تحويل طاقة الوضع إلى طاقة حركية ومن ثم طاقة كهربائية ويتم ذلك أساسا عن طريق بناء السدود لخلق الخزانات الكبيرة ومن ثم الإفراج عن المياه من خلال التوربينات لإنتاج الكهرباء.
- **طاقة الكتل الحيوية:** وتسمى أيضا الطاقة الحيوية وهي الطاقة المخزنة في المخلفات النباتية والحيوانية، والكتلة الحيوية إما أن تستخدم مباشرة عن طريق الاحتراق لإنتاج الحرارة، أو بشكل غير مباشر بعد تحويله إلى أشكال مختلفة من الوقود الحيوي، حيث يبقى الخشب أكبر مصدر للطاقة الكتلة الحيوية اليوم وتشمل الأمثلة بقايا الغابات مثل الأشجار الميتة والفروع وجذوع

الأشجار وتضم الكتلة الحيوية المواد النباتية أو الحيوانية التي يمكن تحويلها إلى ألياف أو المواد الكيميائية الصناعية الأخرى بما في ذلك الوقود الحيوي، حيث يمكن زراعة أنواع عديدة من النباتات مثل شجرة الكينا لزيت النخيل والتبن والقنب والذرة والحور والصفصاف والذرة الرفيعة وقصب السكر والخيزران لإنتاج الكتلة الحيوية الصناعية.

- **طاقة الحرارة الجوفية:** وهي الطاقة المتولدة والمخزنة في باطن الأرض، والاستفادة منها يتم من خلال محطات توليد الطاقة الحرارية الأرضية حيث تستخدم لإنتاج البخار والذي يدخل إلى التوربينات لإنتاج الطاقة الكهربائية، كما انه يمكن الاستفادة منها من خلال مضخات الحرارة الأرضية لضخ الحرارة من الأرض (للتدفئة في فصل الشتاء) أو في باطن الأرض (عند تشغيل مكيفات الهواء في الصيف) الطاقة التي تضخ داخل وخارج الأرض قابلة للتجديد منذ أن تحل محلها دورة الفصول.

- **إيجابيات وسلبيات الطاقة المتجددة.**

تتميز الطاقة المتجددة بعدد من الإيجابيات والسلبيات وأهمها (http://www.conserve-energy-future.com) (الشكل رقم ٤):



شكل رقم ٤: إيجابيات وسلبيات الطاقة المتجددة

المصدر: عمل الباحث

- **إيجابيات الطاقة المتجددة:**

تتسم الطاقة المتجددة بعدد من الإيجابيات وأهمها:

- قابلة للتجدد لا تنفذ، وتختلف من مكان لآخر ونوع الطاقة المستغل، فتركز ومدة استقبال أشعة الشمس يختلف من منطقة لأخرى حسب خطوط الطول والعرض، كما الرياح تتباين سرعاتها في الإقليم الواحد حيث جبل ووادي وسهول.
- تتطلب منشآت الطاقة المتجددة عموما صيانة أقل من المولدات التقليدية فوقودها ي الموارد الطبيعية المتاحة وبذلك يقلل من تكاليف التشغيل.

- تنتج الطاقة المتجددة النفايات قليلة أو معدومة مثل ثاني أكسيد الكربون أو الملوثات الكيميائية الأخرى لذلك لديه الحد الأدنى من التأثير على البيئة.
- يمكن أن مشاريع الطاقة المتجددة أيضا أن يحقق فوائد اقتصادية للعديد من المناطق الإقليمية، وتقع معظم المشاريع بعيدا عن المراكز الحضرية الكبيرة وضواحي المدن العاصمة، قد تكون هذه الفوائد الاقتصادية من زيادة استخدام الخدمات المحلية وكذلك السياحية.

- **سلبيات الطاقة المتجددة:**

تتسم الطاقة المتجددة بعدد من السلبيات وأهمها:

- من الصعب لتوليد كميات الكهرباء التي تكون كبيرة مثل تلك التي تنتجها مولدات الوقود الأحفوري التقليدية، وهذا قد يعني أننا بحاجة إلى تقليل كمية الطاقة التي نستخدمها أو بناء المزيد من منشآت الطاقة.
- موثوقية الإمدادات، الطاقة المتجددة في كثير من الأحيان يعتمد على الطقس لمصدر قوتها، فمولدات الطاقة المائية تحتاج المطر لملء السدود لتوفير المياه المتدفقة، وتوربينات الرياح تحتاج الرياح لتحويل ريش، وتجميع الطاقة الشمسية بحاجة الضوء وأشعة الشمس واضحة لجمع الحرارة وتوليد الكهرباء، فعندما تتوفر هذه الموارد وذلك هو القدرة على جعل الطاقة منها وهذا يمكن أن يكون ولا يمكن التنبؤ به.
- التكلفة الحالية من تكنولوجيا الطاقة المتجددة هي أيضا أكبر بكثير من الوقود الأحفوري التقليدي.

ثانياً: التنمية المستديمة.

مقدمة

في القرن العشرين نتيجة لظروف الحرب العالمية الأولى والثانية والحرب الباردة بين المعسكرين الشرقي والغربي أصبح هدف حكومات الدول النمو الاقتصادي وتحقيق أعلى زيادة ممكنة في الدخل القومي فأدى ذلك إلى ظهور الآثار الاجتماعية مثل الفقر والبطالة، ومن ثم بدأت عمليات التنمية بشقيها الاقتصادي والاجتماعي واستمر العمل بالتنمية واستغلال الموارد المتاحة بشكل غير مسؤول إلى أن استيقظ العالم على كوراث بيئية جراء الاستخدام المفرط وغير المسؤول للموارد الطبيعية المتاحة.

زاد التفاعل بين المجتمع ومتطلباته والبيئة، فإشباع الحاجات الأساسية للمجتمع وظهور مشكلتي الفقر والبطالة والتدهور البيئي وما صاحبه من استنزاف للموارد الطبيعية المتاحة، وظلت المجتمعات وخاصة الصناعية منها تتعامل مع البيئة والموارد الطبيعية على انه مصدر لا ينضب ولا يمكن استنزافه، إلى أن استيقظ العالم ووجد نفسه بمرحلة حرجة للغاية بكبر حجم المشكلات وارتباطها ببعضها البعض وتمثلت في الفقر والبطالة وعدم العدالة في التوزيع واستنزاف للموارد الطبيعية وتدهور بيئي غير مسبوق، وبدأت الاتجاهات والأفكار بضرورة إعادة صياغة العلاقة بين التنمية والبيئة بحقيق التوازن في كافة مناحي متطلبات الحياة، وصار الحديث عن تنمية تحقق نمو اقتصادي وتعالج المشكلات الاجتماعية وتحافظ على البيئة، فظهر مفهوم التنمية المستديمة لأول مرة في تقرير اللجنة العالمية للبيئة والتنمية بعنوان مستقبلنا المشترك في عام ١٩٨٧.

مفهوم التنمية المستديمة

لا يمكن الحديث عن مصطلح التنمية المستديمة إلا بالرجوع إلى العوامل التي أدت إلى ظهور هذا المصطلح وهي مشكلات الفقر والبطالة والتدهور البيئي، ومن اجل توضيح مفهوم التنمية المستديمة سنتناول المصطلح بشقيه التنمية والاستدامة والتي تربطهما علاقة وثيقة تكاملية متناسقة الأهداف والنتائج، فيعود اصل كلمة التنمية إلى الجذر الثلاثي نمي والنَّماءُ يعني الزيادة نَمَى يَنْمِي نَمْياً ونُمِيّاً، ونَماءَ أي زاد وكثر، وربما قالوا يَنْمُو نُمُوًّا (لسان العرب) فالتنمية لغة هي النمو وارتفاع الشيء من مكانه واصطلاحا فتعني الارتقاء بالمجتمع من وضع إلى وضع افضل واحسن باستغلال كافة الموارد المتاحة البشرية والطبيعية لتحقيق أهداف المجتمع والرفاه، "فالتنمية هي محاولة لتحقيق أهداف اقتصادية واجتماعية من خلال عمليات تغيير محددة كما ونوعا" (غنيم، ٢٠١٠، ص٢٢)، فالتنمية تحقق النمو والعكس غير صحيح فعدم وجود نمو اقتصادي بمجتمع ما لا يعني عدم وجود تنمية، أما عن الشق الآخر المتعلق بالاستدامة فهي من الجذر الثلاثي دوم واسْتَدامَه أي تأَنَّى فيه أو طَلَبَ دَوامَهُ (القاموس المحيط)، فالاستدامة لغة تعني استمر وثبت ودام واصطلاحا تعني دراسة المكونات والعناصر والعلاقات وطريقة تفاعلها مع بعضها البعض والتغييرات التي تطرأ عليها لفترة من الزمن لمنطقة ما أي البيئة المحيطة، وأصل الاستدامة يعود إلى علم الإيكولوجي الذي يعنى بدراسة مكونات البيئة المحيطة.

استحوذت التنمية المستديمة خلال العقود الماضية اهتمام العالم، فعقدت من أجلها القمم والمنتديات العالمية ونتيجة لذلك أصبحت التنمية المستديمة مطلبا أساسيا لتحقيق العدالة في توزيع عوائد التنمية والثروة بين الأجيال القادمة، وقد عرفت بأكثر من تعريف ونذكر بعضها:

- الظهور الأول للمفهوم في تقرير اللجنة العالمية للبيئة والتنمية عام ١٩٨٧ وهي "تلك التنمية التي تلبي حاجات الحاضر دون المساومة على قدرة الأجيال المقبلة في تلبية حاجياتهم" (اللجنة العالمية للبيئة والتنمية، ١٩٨٩، ص٨٣).
- كما عرفها كتاب مستقبلنا المشترك المترجم للعربية فالتنمية المستديمة هي التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية احتياجاتها الخاصة حيث أنه يحتوي في داخله مفهومين أساسيين مفهوم الاحتياجات ولا سيما الاحتياجات الأساسية للفقراء العالم والتي ينبغي أن تعطى الأولوية القصوى من جهة وفكرة القيود التي تفرضها حالة التكنولوجيا والتنظيم الاجتماعي على قدرة البيئة على تلبية الاحتياجات الحالية والمستقبلية من جهة أخرى (عارف، ١٩٨٩، ص٦٩).
- كما ورد في قانون وزارة البيئة في المملكة الأردنية الهاشمية وهي" التنمية التي تستخدم الموارد الطبيعية بطريقة تصونها للأجيال القادمة وتحافظ على التكامل البيئي ولا تتسبب في تدهور عناصر ومكونات الأنظمة البيئية ولا تخل بالتوازن بينها" (قانون البيئة الأردني، ٢٠٠٥).
- ومن اشمل المفاهيم ما ذكره الباحث غنيم في كتابه التنمية المستديمة "إن التنمية المستديمة لتحسين نوعية حياة الإنسان، ولكن ليس على حساب البيئة وهي في معناها العام لا تخرج عن كونها عمليه استخدام الموارد الطبيعية بطريقة عقلانية، بحيث لا يتجاوز هذا الاستخدام للموارد معدلات تجددها الطبيعية وبالذات في حالة الموارد غير المتجددة، أما بالنسبة للموارد المتجددة فإنه يجب الترشيد في استخدماها إلى محاولة البحث عن بدائل لهذه الموارد، لتستخدم رديفا لها لمحاولة الإبقاء عليها أطول فترة زمنية ممكنة" (غنيم، ٢٠١٠، ص٢٥-٢٦).

مفهوم التنمية المستديمة يمكن أن يفسر بطرق عديدة ولكن في بنفس الجوهر وهو تحقيق التنمية المتوازنة من النواحي البيئية والاقتصادية والاجتماعية، وغالبا ما تكون التنمية موجهة إلى حالة معينة دون الأخذ بعين الاعتبار الآثار التي قد تنتج في المستقبل في كثير من الأحيان والأمثلة كثيرة من أزمات مالية كبيرة التي سببتها الأنشطة الاقتصادية غير المسؤولة والتغيرات في المناخ العالمي الناتج عن اعتمادنا على مصادر الطاقة التي تعتمد على الوقود الأحفوري، وبذلك نحن بحاجة للعمل بشكل منظم وبعيد عن الأنانية.

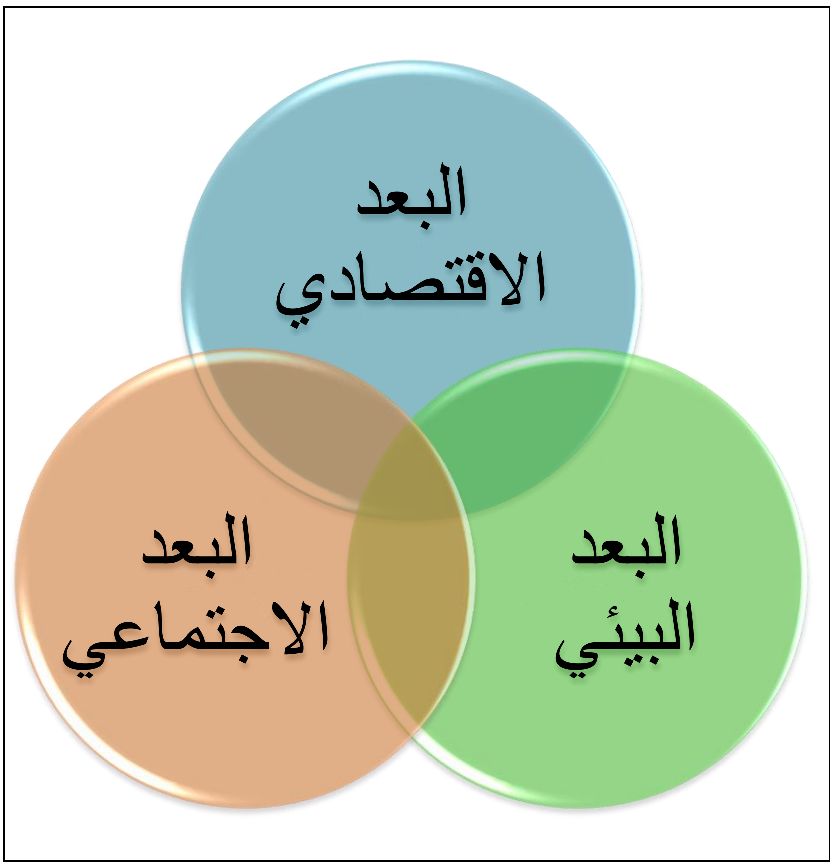
وبالتالي فهي استخدام الموارد الطبيعية المتاحة واستغلالها الأمثل لتطوير المجتمعات حتى تلبي حاجات الحاضر دون المساس بحق الأجيال في استغلال الموارد مستقبلا، فالمقصود من التنمية المستديمة تحسين ظروف المجتمعات باستخدام الموارد الطبيعية المتاحة بالحد الذي يسمح بتجددها طبيعيا، حيث تتلخص مجالات التنمية المستديمة في تحقيق النمو الاقتصادي والعدالة الاجتماعية وحماية البيئة والموارد الطبيعية، فإن التحديات التي تواجه التنمية المستديمة هي القضاء على الفقر والبطالة من خلال تشجيع استخدام متوازن للموارد الطبيعية في الإنتاج والاستهلاك.

أبعاد التنمية المستديمة

الأبعاد الأساسية للتنمية المستدامة هي أبعاد مترابطة ومتداخلة ومتكاملة، وتتكون من ثلاثة أبعاد رئيسية هي النمو الاقتصادي والعدالة الاجتماعية وحماية البيئة (الشكل رقم ٥) (قاسم، ٢٠٠٧، ص٢٨).

- البعد الاقتصادي: يجب أن يكون نظام مستدام اقتصاديا قادرا على إنتاج السلع والخدمات بشكل مستمر للحفاظ على مستويات يمكن التحكم بها وتجنب الاختلالات التي قد تحدث في القطاع الزراعي والصناعي، ويوصى هذا البعد بالاستغلال الأمثل والعقلاني للموارد الطبيعية التي تلبي حاجات المجتمع الأساسية وزيادة الدخل القومي للدول بالحد الأقصى المسموح.

- البعد الاجتماعي: من خلال نظام مستدام اجتماعيا يحقق العدالة في التوزيع وتوفير القدر الكافي من الخدمات الاجتماعية في الصحة والتعليم والمساواة بين الجنسين والمسائلة السياسية والمشاركة الشعبية في القرار، كما ويشير إلى النهوض بالبشرية وتحسين ظروف المعيشة والخدمات الأساسية واحترام حقوق الإنسان وضمان الحياة الكريمة وتفعيل التعددية.
- البعد البيئي: ويتعلق بالحفاظ على البيئة والطبيعة وحمياتها عن طريق نظام مستدام بيئيا يحافظ على الموارد الطبيعية الموجودة والمحدودة وتجنب الاستغلال غير المبرر والاستثمار في الموارد المتجددة.



شكل رقم ٥: أبعاد التنمية المستديمة وتكاملها مع بعضها البعض

المصدر: عمل الباحث بتصرف عن: غنيم، ٢٠١٠

أهداف التنمية المستديمة

تحاول التنمية المستديمة الوصول إلى مجموعة من الأهداف واهمها (الشكل رقم ٦) (ادريخ، ٢٠٠٥، ص٢٢):

- تحسين نوعية حياة السكان: ويتمثل ذلك من خلال المساهمة في تحقيق السياسات والبرامج التنموية، وبالتالي تحسين نوعية حياة المواطن والمستوى المعيشي، حيث توفير الحماية الاجتماعية المطلوبة من التعليم والخدمات الصحية والتركيز على جانب حقوق الإنسان واستحداث فرص عمل جديدة وصولاً إلى الرفاه الاجتماعي والاقتصادي.
- حماية البيئية: من خلال تحقيق التوازن في استخدام الموارد الطبيعية والنشاطات الاقتصادية وتطوير العلاقة لتكون علاقة تكاملية انسجاميه، فالمحافظة على عناصر البيئة ومكوناتها وصيانتها من التدهور أي من التأثير عليها أو التقليل من قدرتها الطبيعية ومواردها أو يلحق ضررا بها، كما يجب حمايتها من التلوث والتغيير في عناصرها والذي قد يؤدي بصورة مباشرة أو غير مباشرة بإحداث خلل في التوازن الطبيعي، ووضع القوانين والسياسات الوطنية والدولية لحماية البيئة واستدامتها.
- مشاركة المجتمع بالمشكلات البيئية القائمة: ويتم بتعزيز الإدراك والوعي السكاني بطبيعة المشكلات التي تواجه البيئة والفهم الحقيقي لضرورات المجتمع والترابط بين النمو الاقتصادي والبيئية، وتعزيز التشاركية في برامج التنمية المستديمة وإدماج المجتمع في استراتيجيات التنمية والحاجات المستقبلية.

- الاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية: فالموارد الطبيعية موجودة بشكل محدود وتجديدها طبيعيا يحتاج إلى فترة زمنية وبذلك يجب أن يكون الاستغلال لهذه الموارد بشكل عقلاني وحسب الحاجة الضرورية، وذلك من خلال وضع الخطط المدروسة والاستراتيجيات الشاملة للتنمية والاستثمار الأفضل الذي يحقق أعلى منفعة ممكنة اقتصاديا واجتماعيا وبيئيا.
- قابلية التغيير في حاجات وأولويات المجتمع: فالتغيير يكون بشكل إيجابي للتكيف مع الظروف القائمة وتحقيق التوازن الاقتصادي، من خلال التعرف على حاجات المجتمع والبدء بالاحتياجات الأكثر إلحاحا وقابلية التطبيق ويكون ذلك بالخطط التشاركية والوعي المجتمعي.
- توفير الغذاء المستديم: للقضاء على الجوع الوصول إلى منظومة الأمن الغذائي على المدى الطويل، حيث الأمن الغذائي لا يتوقف على الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية فهو يعتمد أيضا على الاستقرار السياسي والتقدم التكنولوجي والسياسات الزراعية، فإن مقدرة السكان على تلبية احتياجاتهم من الغذاء امر بالغ التعقيد وبحاجة إلى تضمان وجهود وطنية ودولية للعمل المشترك لتحقيق الغذاء الصحي المستديم.
- استدامة المياه: من حق العالم الحصول على المياه النظيفة الصالحة للشرب والعمل على تطوير أنظمة الصرف الصحي والمرافق التي تعزز إنتاجية الثروة المائية، من خلال تحسين نوعية مياه الشرب وزيادة كمية النصيب المخصص لكل فرد بشكل كافي لذا يجب مراعاة الحالة الاجتماعية والاقتصادية للمجتمعات، ووضع الخطط والقوانين الصارمة التي من شأنها الحفاظ على الثروة المائية.

- التوجه إلى الطاقة النظيفة: من خلال تشجيع الاستثمار بالطاقة المتجددة ودعم مثل تلك المشاريع لما تحققه من فوائد تنعكس على البيئة بشكل كبير، فالطاقة المتجددة تحقق كافة شروط الاستدامة بأبعادها الثلاثة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.
- الاستفادة من التكنولوجيا الحديثة في التنمية المستديمة: عن طريق ربط التقنيات الحديثة وآخر ما توصلت إليه التكنولوجيا لتحقيق أهداف المجتمع في الرفاه الاجتماعي والاقتصادي وإيجاد الحلول المناسبة للمشكلات التي تعيق التنمية.



شكل رقم ٦: أهداف التنمية المستديمة

المصدر: عمل الباحث بتصرف عن: ادريخ، ٢٠٠٥

مبادئ التنمية المستديمة

من الواضح لدينا أن النمو الاقتصادي والحفاظ على البيئة والموارد الطبيعية انهم في علاقة تكاملية ومتداخلة بشكل اكبر مما نتخيل، فإن أي إنجاز يمكن أن يتحقق على الصعيد الاقتصادي له أثر على البيئة

سواء كان إيجابي أو سلبي فيجب العمل على تحقيق حالة من النمو الاقتصادي المتوازن والعقلاني بشكل يحافظ على تجدد الموارد الطبيعية وعدم استنزافها وهدرها بشكل غير مقبول، فإن العلاقة بين النمو والبيئة هي التي شكلت المبادئ الأساسية للتنمية المستديمة وهي(الشكل رقم ٧) (غنيم،٢٠١٠، ص٣٠-ص٣٣):

- أسلوب النظم أو المنظومات في عمل خطة التنمية المستديمة: فالشرط الأساسي لإعداد وتنفيذ خطط التنمية المستديمة هو أسلوب النظم، فالحياة البشرية والطبيعية هي جزء من البيئة التي يعيش بها الإنسان لذلك فإن أي جزء مهما صغر من النظام الكوني يؤثر على البيئة الإنسانية، فأسلوب النظم يعالج تلك العناصر ويضمن تحقيق حالة التوازن بالنظام الكوني مع الأنظمة الجزئية، فهو أسلوب شامل للاهتمام بجميع الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والبيئية دون أن يترك أثرا سلبيا على بعضها البعض.
- المشاركة الشعبية: حال التنمية المستديمة حال أي مشروع تنموي فهو يحتاج إلى مقومات وقرارات تحقق الرضا الجماهيري عن طريق إشراك كافة مكونات المجتمع في السياسات والإجراءات التي تتم حتى نضمن نجاحها.
- استغلال الموارد الطبيعية يجب أن لا يفوق معدلات تجدده في الطبيعة، ويتحقق هذا المبدأ من خلال التوازن بين الإنتاج والاستهلاك فيكون الإنتاج على قدر الاستهلاك وليس الاستهلاك على قدر الإنتاج، فقليل دائم خير من كثير زائل.
- ما يتنج عن النشاطات التي تقوم بها المجتمعات من نفايات وملوثات يجب أن لا تزيد عن قدرة البيئة على التخلص منها، فالتوجه إلى المصادر الطبيعية النظيفة والتقليل قدر الإمكان من مصادر التلوث وتكثيف العمل بأنظمة السلامة البيئية.

- الاستخدام الأمثل والعقلاني للموارد الطبيعية المتاحة، فاستغلال الموارد الطبيعية بتحقيق أعلى منفعة واقل كلفة، بحيث تكون الاستفادة من الموارد تحقق أعلى منفعة ممكنة بأقل مادة خام يتم استخراجها.
- التوجه إلى الموارد المتجددة وتقليل الاعتماد على الموارد غير المتجددة، من خلال التوجه إلى الطاقة المتجددة وإشباع الحاجات الأساسية من الموارد غير المتجددة وعلى قدر الحاجة دون زيادة.
- الاعتماد على الموارد المحلية لتقليل عمليات النقل، وذلك يكون بالعمل على دفع المجتمع لإنتاج ما يحتاجه من سلع وخدمات وتعزيز مبدأ الاعتماد على النفس.
- العدالة في توزيع عوائد التنمية، فغياب العدالة في التوزيع طبقيا ومكانيا سبب رئيسي لعدم الاستقرار السياسي والاقتصادي ناهيك عن الآثار الاجتماعية كزيادة الجريمة والحقد الطبقي بين أفراد المجتمع الواحد.
- التركيز على المنتجات التي يمكن إعادة تدويرها وتصنيعها من جديد، والمقصود من إعادة التدوير هو إعادة استخدام المخلفات لإنتاج منتجات أخرى حتى لو بأقل جودة وذلك لحماية الموارد الطبيعية وتقليص حجم النفايات، فمثلا الفولاذ المسترجع يساعد على الاقتصاد في استعمال الحديد واستنزاف المناجم لهذه المواد.



شكل رقم ٧: مبادئ التنمية المستديمة

المصدر: عمل الباحث بتصرف عن: غنيم، ٢٠١٠

التنمية المستديمة بأبعادها وأهدافها ومبادئها فإنها في حال تناسق وتناغم مع استغلال الطاقة المتجددة وآثارها، فالطاقة المتجددة هي ركن أساسي في التنمية المستديمة ولا يمكن الحديث عن تنمية مستديمة لمجتمع أو إقليم دون الأخذ بعين الاعتبار فوائد الطاقة المستديمة، ويبين الجدول رقم (١) في الأسفل العلاقة بين اثأر الطاقة المتجددة ومحاور التنمية المستديمة الثلاثة الاجتماعية والاقتصادية والبيئية.

محاور التنمية المستديمة	آثار الطاقة المتجددة
المحور الاجتماعي	▪ خدمة المناطق النائية البعيدة عن نطاق الشبكة الكهربائية. ▪ أحد مرتكزات التنمية. ▪ التخفيف من الفقر والبطالة. ▪ تعتز الاعتمادية على الذات وخاصة في الدول غير النفطية.
المحور البيئي	▪ لديها انبعاثات الكربون المنخفضة. ▪ لا تستنزف الموارد الطبيعية. ▪ لا تحدث أي تلوث ضوضائي. ▪ متجددة من تلقاء نفسها بفضل الله.
المحور الاقتصادي	▪ تحفيز الاقتصاد وخلق فرص عمل. ▪ الكلفة التشغيلية لمشاريع الطاقة المتجددة مجانية حيث لا تحتاج إلى مواد خام. ▪ تقليل فواتير الكهرباء للمؤسسات والصناعات الكبرى على المدى البعيد.

جدول ١: العلاقة بين محاور التنمية المستديمة وآثار الطاقة المتجددة

المصدر: عمل الباحث بتصرف عن: اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، ٢٠٠٢

ثالثاً: الطاقة والاستدامة.

بزيادة الطلب العالمي على الطاقة فإن العالم يتجه نحو المزيد من مصادر الطاقة والتي يمكن أن تساعد في توفير احتياجاته المستقبلية، فالوقود الخام الذي يعد مصدر رئيسي للطاقة في العالم مهدد بالنضوب ناهيك عن الآثار السلبية المترتبة على استخدامه بشكل مفرط، فإن البحث عن مصادر طاقة مستديمة خيار استراتيجي للدول الصناعية والنامية، فالطاقة المستديمة لها العديد من الاعتبارات المتمثلة في الاقتصاد في المشتقات النفطية والغاز الطبيعي والبحث عن مصادر طاقة جديدة ومتجددة لتوفير الاحتياجات من الكهرباء ومتطلبات الخدمات والبنى التحتية للمدن الناشئة والتطور السكاني الحضري، فإنتاج الطاقة من مصادر مستديمة يضمن استخدام متدني من مصادر الطاقة غير المتجددة وتعظيم استغلال مصادر الطاقة المتجددة.

الطاقة المستديمة هي إحدى أشكال الطاقة التي تلبي حاجتنا للطاقة اليومية دون المساس بمصادرها أو نضوب الموارد الطبيعية، حيث أنها متاحة على نطاق واسع ومنتشرة في مناطق العالم أجمع، فجميع مصادر الطاقة المتجددة من طاقة شمسية وهوائية وحيوية وكهرومائية هي طاقة مستديمة، فهي تجدد مواردها من تلقاء نفسها بفضل الله وتساهم في الحد من الأضرار البيئية المتمثلة في انبعاثات الغازات الضارة وظاهرة الاحتباس الحراري واستنزاف الموارد الطبيعية.

الاستدامة والحفاظ على الموارد هو أسلوب مستمر ليشمل كافة مناحي الحياة وهو أيضا منهج سياسي واقتصادي واجتماعي وثقافي وبيئي، فلا يمكن اعتبار الاستدامة معادلات رياضية وفرضيات لتعطي النتائج بشكل لحظي وبالتالي لا يمكن أن تكون النتائج محددة وفق فترة زمنية، فتحسين نوعية الحياة البشرية بالتدريج ضمن نطاق الطاقة الاستيعابية للبيئة، لذلك فإن الاستدامة هي دعوة للعمل والجد والاجتهاد من مختلف مكونات المجتمع أفراد ومؤسسات.

إن الطاقة هي محور رئيسي لأي مشروع تنموي في العالم، فنحن بحاجة إلى طاقة مستديمة لخلق التوازن الاقتصادي وحماية النظم البيئية، فالموارد الطبيعية المتاحة تعتبر مصادر طاقة نظيفة ومتجددة ومستديمة والعمل بسياسات تحسين وترشيد كفاءة الطاقة المستخدمة حاليا لها دور مركزي في استدامة الطاقة ولكن بحاجة إلى أسلوب ومنهج واضح في التعاطي مع استغلال الموارد بالاعتماد على دراسات وتجارب علمية، ومن ثم العمل على تقييم تلك المشاريع من منظور التنمية المستديمة بأبعادها الثلاث الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، وإيجاد قناعات لدى المجتمعات في الحفاظ على الموارد المتاحة والحد من التلوث البيئي، وصولا إلى تكاتف الجميع للوصول إلى هدف استدامة الطاقة بمفهومها الواسع.

تعتبر الطاقة احدى الركائز لتحقيق الأبعاد الثلاثة للتنمية المستديمة فهي ضرورة لتلبية الاحتياجات البشرية وهناك علاقة تبادلية بين مدى توافر الطاقة وتوزعها واستخداماتها على الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لأي مشروع تنموي، فاستخدام الطاقة يتفاعل مع اصلب القضايا الاجتماعية من خلال التخفيف من الفقر وخلق فرص العمل وتحسين المستوى الصحي والظروف المعيشية للمناطق الفقيرة في الدول والأقاليم، كما يساهم في التحول الحضري للسكان والتوزيع على المناطق وتشجيع المجتمعات على التوسع نحو المناطق النائية والبعيدة عن مراكز المدن، أما عن البعد الاقتصادي ودور الطاقة المستديمة في التنمية الاقتصادية فهي تعمل على استقرار الأسعار العالمية للطاقة والتي بدورها تؤثر بشكل رئيس على المستوى العام على أسعار السلع أما من الناحية المحلية تعمل على تحسين ورفع الإنتاج وبالتالي زيادة الدخل المحلي للدول، كما أنها تساهم في التنمية الزراعية من خلال وصول خدمات الطاقة إلى المناطق الزراعية والتي بدورها ستساهم في زيادة العملية الإنتاجية والاعتمادية على الذات وخاصة في الدول الفقيرة، أما عن التأثيرات على البيئة فهي فعالة في الحد من التلوث واستنزاف الموارد الطبيعية وظاهرة الاحتباس

الحراري والتغير المناخي والتقليل من تلوث هواء المدن الصناعية وذوبان الجليد ودعم الاتزان البيئي وتجنب مخاطر حوادث المفاعلات النووية.

مصادر الطاقة بشقيها المتجددة وغير المتجددة هي من تشكل طاقة المستقبل ولكل شق منه ضريبة يدفعها المجتمع صحيا وبيئيا واقتصاديا واجتماعيا، لذلك عند العمل بمشاريع الطاقة لا بد من التوفيق بين أبعاد الاستدامة وبالأخص الجانب البيئي، فالعناصر التي يجب التوفيق بينها هي تحقيق نمو كافي للتزود بالطاقة بما يلبي الحاجات الأساسية للبشرية والعمل بترشيد استهلاك الطاقة وزيادة كفاءة الاستخدام واخذ كافة الاحتياطات الصحية والبيئية عند استغلال مصادر الطاقة، فإيجاد طاقة سليمة بيئيا وصحيا ومن مصادر مستديمة وذات كفاءة اقتصادية وقادرة على تلبية الحاجات الإنسانية هي ما تحتاج البشرية إليه لذلك فالمسؤولية مشتركة وتتطلب إرادة سياسية وتعاون من كافة الدول والمنظمات والمؤسسات (عارف، ١٩٨٩،ص٢١٣).

الفصل الثالث

الطاقة والطاقة المتجددة في الأردن

مقدمة

يسعى صناع القرار في قطاع الطاقة في المملكة الأردنية الهاشمية إلى تلبية الاحتياجات من الطاقة من مختلف أشكالها بكلفة اقتصادية مناسبة وفقا للمعايير والمواصفات الدولية المعتمدة، حيث يجري العمل على تنويع مصادر الطاقة وتعزيز أمن التزود بها من خلال تطوير مصادر الطاقة الحالية والاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة وتعزيز مشاريع الربط الكهربائي العربية والإقليمية، ومن هنا نرى أن موضوع الطاقة في الأردن يحتاج إلى مزيد من العمل والدراسات والأبحاث التي تمكننا من التقدم نحو المستقبل بكل ثبات، فالطلب على الطاقة من المتوقع أن يتزايد بشكل كبير ليس فقط لتلبية النمو السكاني الطبيعي وإنما لمواجهة التحديات والظروف الإقليمية التي تشهدها المنطقة التي تحيط بالأردن وكذلك لمواكبة التطور والتقدم التكنولوجي والالتزامات الدولية في ما يخص التغيرات المناخية،

الطاقة في الأردن

الأردن بلد غير منتج للنفط على عكس بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا الغنية بالنفط، فاحتياجاته من المشتقات النفطية يتم استيرادها حسب أسعار السوق العالمي لتوليد الطاقة وغيرها ويشير (الجدول رقم ٢) أدناه إلى الإنتاج المحلي من النفط والغاز الطبيعي والذي يعد نسبة لا تذكر في احتياجات الأردن من الطاقة.

	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣
النفط الخام (ألف طن)	١.٥	١.٢	٠.٩	١.١	١
الغاز الطبيعي (مليار قدم مكعب)	٧.٨	٦.٥	٦.٤	٥.٨	٥.٣
المجموع (ألف طن مكافئ نفط)	١٦٣	١٣٨	١٣٥	١٢٢	١١٢

جدول ٢: الإنتاج المحلي من النفط والغاز

المصدر: وزارة الطاقة والثروة المعدنية، ٢٠١٤

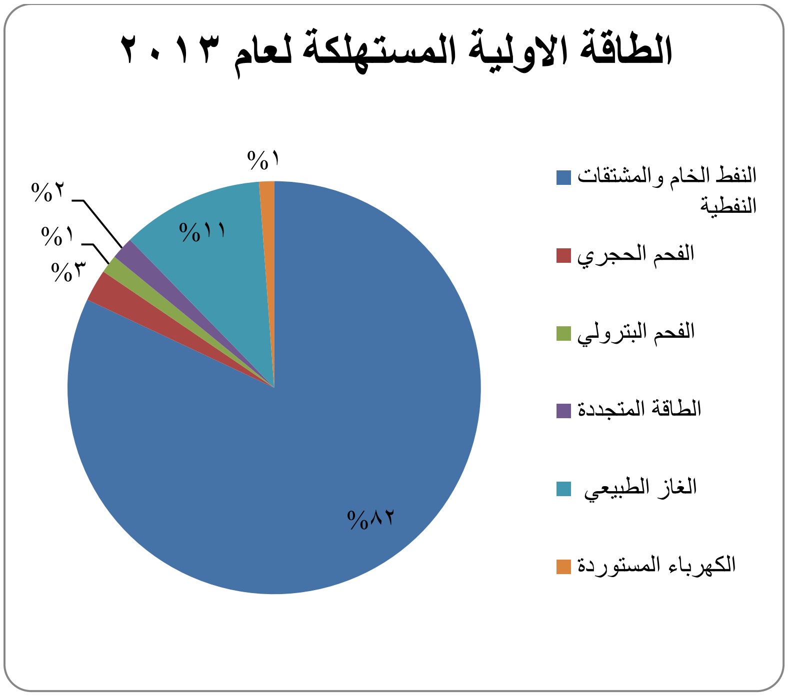
تعتبر الطاقة الاولية المستهلكة والمتولدة من المشتقات النفطية والغاز الطبيعي العمود الفقري لقطاع الطاقة في الاردن، ويلاحظ الطلب على المشتقات النفطية والتي ارتفع الطلب عليها بشكل غير مسبوق مع بداية ٢٠١١ وانخفاض الاعتماد على الغاز الطبيعي، مما كان له الاثر البالغ اقتصاديا على شركات الكهرباء، كون الغاز الطبيعي ذا جدوى اقتصادية أفضل لتوليد الطاقة من المشتقات النفطية (الوقود الثقيل) اللازم لتشغيل محطات توليد الطاقة الكهربائية، كما يبدو من الاحصائية ان الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة بطيء جدا (الجدول رقم٣).

	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣
النفط الخام والمشتقات النفطية	٤٤٥٣.٧	٤٧٧٤	٦١٤١	٦٩٩٢	٦٦٨٩
الفحم الحجري	٠	٠	٠	٢٢٦	٢٠٤
الفحم البترولي	٠	٠	٠	٠	١١٦
الطاقة المتجددة	١٣٧	١٤١	١٣٠	١٤٠	١٤٥
الغاز الطبيعي	٣٠٨٥.٦	٢٢٨٨.٧	٨٧٢.٧	٦٥٩	٩٠٧
الكهرباء المستوردة	٩٨	١٦٨	٣١٣	١٨٨	٩٦
المجموع	٧٧٣٩	٧٣٥٧	٧٤٥٧	٨٢٠٥	٨١٥٧

جدول ٣: الطاقة الأولية المستهلكة (ألف طن مكافئ نفط)

المصدر: وزارة الطاقة والثروة المعدنية، ٢٠١٤

يواجه قطاع الطاقة في الأردن تحديات كبرى وأهمها اعتماده على الأسواق الدولية والإقليمية لاستيراد المشتقات النفطية والغاز الطبيعي، حيث تواجه المنطقة اضطرابات سياسية وعدم استقرار في إمدادات الطاقة وخاصة في الغاز الطبيعي والذي اثر على الأردن بشكل كبير اقتصاديا، فالتحدي الأكبر الذي يواجه الأردن هو الفاتورة النفطية العالية والآثار الاجتماعية على حياة المواطن نتيجة للتقلبات في الأسعار، إضافة إلى إن معظم مصادر الطاقة في الأردن هي مصادر غير متجددة من النفط الخام والفحم الحجري والبترولي والغاز الطبيعي وتشكل نسبة الطاقة المتجددة نسبة ضئيلة جدا وهي ٢% (الشكل رقم ٨).



شكل رقم ٨: الطاقة الأولية المستهلكة لعام ٢٠١٣

المصدر: وزارة الطاقة والثروة المعدنية، ٢٠١٤

يسعى صناع القرار في قطاع الطاقة في الأردن إلى توفير الطاقة بمختلف أشكالها بكلفة اقتصادية مناسبة ومطابقة للمعايير والمواصفات الدولية، كما أن العمل جاري على تنويع مصادر الطاقة لتعزيز امن التزود بالطاقة ومواكبة نمو الطلب على الطاقة، من خلال تنمية مشاريع الطاقة المتجددة وتطوير مصادر الطاقة المحلية وتحسين كفاءة استخدام الطاقة واستغلال الموارد الطبيعية المتاحة كالصخر الزيتي وتشجيع الاستثمار في القطاع وتعزيز الشراكة ودعم مشاريع الربط الكهربائي العربية والإقليمية.

تشير الدراسات المستقبلية إلى أن معدلات نمو الطلب على الطاقة تزيد عن ٥% لمواكبة النمو الاقتصادي والسكاني والتوسع العمراني والمشاريع الاستثمارية الصناعية، لا شك أن التنبؤات المستقبلية باحتياجات الطاقة تتطلب العمل على تنويع مصادر الطاقة وتحسين كفاءة الطاقة المستخدمة وتنفيذ مشاريع الطاقة الجديدة المتجددة (الجدول رقم٤).

السنة	الطاقة الأولية		الحمل الأقصى		الطـاقة الكـهربائيـة	
	الف طن مكافئ نفط	النمو (%)	ميجا وات	النمو (%)	جيجاوات. في الساعة	النمو (%)
٢٠١٤	٨٣٢٠	٢	٢٩١٥	١٠	١٨٢٠٧	٥.٣
٢٠١٥	٨٤٢٨	٤.٩	٣٠٩٦	٦.٢	١٩١٣٣	٥.١
٢٠١٧	٩٦٧٧	٥	٣٤٨٢	٦.١	٢١٣١٧	٥.٧
٢٠٢٠	١١١٣٧	٥.١	٤١٩٨	٦.٧	٢٥٥٥١	٦.٤

جدول ٤: التنبؤات المستقبلية للطاقة

المصدر: وزارة الطاقة والثروة المعدنية الأردنية، ٢٠١٤

مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن

قطاع الطاقة في الأردن يلعب دور حيوي ومهم في التنمية الإقليمية والتطور الاقتصادي والاجتماعي، وهو أحد المدخلات للقطاعات الصناعية والزراعية، فالأردن كما ذكرنا فقير بالموارد النفطية ويعتمد على طاقة مستوردة وعلاوة على ذلك فهي ذات آثار بيئية سالبة، وبما أن التوجه الدولي نحو مصادر الطاقة المتجددة والاستغلال الأمثل لهذه الموارد، فقد عملت الحكومة الأردنية على اتخاذ القرارات وإعداد القوانين اللازمة لتشجيع استغلال مصادر الطاقة المتجددة، وفي ما يلي عرض لبعض جوانب تشجيع الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن (الشكل رقم ٩) (قانون الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة، ٢٠١٣):

أ- السياسات الداعمة:

تقوم الحكومة بإجراءات تعمل على تحفيز وتشجيع استخدام الطاقة المتجددة والاستثمار فيها وفيما يلي ذكر لبعض الإجراءات التي تقوم بها الحكومة:

- ترعى وزارة الطاقة والثروة المعدنية طرح العطاءات والمناقصات لمشاريع الطاقة المتجددة.
- يتم شراء الكهرباء المولدة من مصادر متجددة وفقا لقانون الكهرباء.
- تكفل الحكومة ربحا معقول لتعرفة الطاقة الكهربائية بعد تغطية الكلفة المتغيرة والثابتة.

ب- التمويل والاستثمار:

تحتاج مشاريع الطاقة إلى مصادر مالية كبيرة كون الاستثمار فيها ليس بالرخيص وخاصة عند الإنشاء فعمدت وزارة الطاقة إلى إيجاد عدة بدائل وحلول منها:

- قامت الحكومة بإنشاء صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة بمصادر تمويلية من مخصصات الميزانية السنوية والتبرعات الأجنبية.
- توفير الضمانات المالية لمستثمري القطاع الخاص لكفالة المدفوعات لجميع مشاريع الطاقة المتجددة بالتعاون مع شركة الكهرباء الوطنية.
- الإعفاء الكلي لأجهزة ومعدات الطاقة المتجددة من الرسوم الجمركية وضريبة المبيعات.

ج- الدعم المؤسسي:

تعمل الحكومة الأردنية جاهدة على دعم مشاريع الطاقة المتجددة من خلال الدعم المؤسسي وسيتم ذكر بعض من أشكال الدعم المؤسسي:

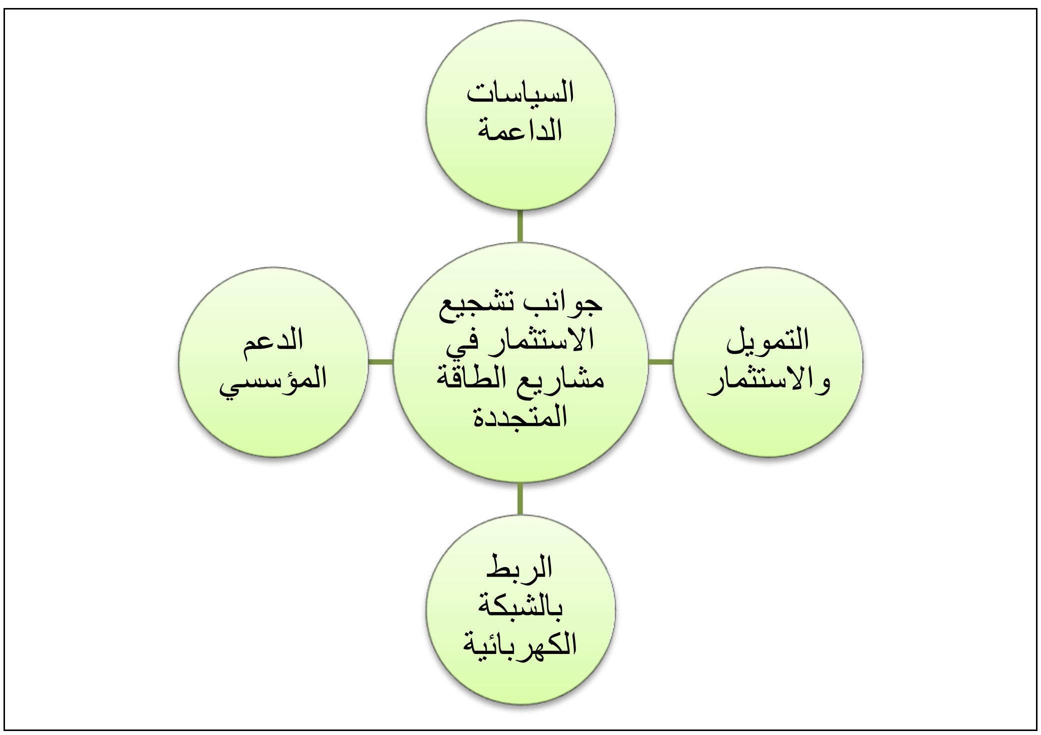
- تقوم وزارة الطاقة والثروة المعدنية وهيئة تنظيم قطاع الطاقة بدعم ونشر وتوجيه مشاريع الطاقة المتجددة لتحقيق اعلى فائدة ممكنة منها.
- يعتبر المركز الوطني لبحوث الطاقة هو جهة مساندة تقع على عاتقها تقديم الدراسات والأبحاث اللزمة لمشاريع الطاقة المتجددة.

- قامت الحكومة الأردنية ممثلة بوزارة الطاقة والثروة المعدنية بنشر خرائط طاقة الرياح والشمسية في عام ٢٠٠٧.

د- الربط بالشبكة الكهربائية:

تشجيعاً لتوليد الطاقة من مصادر متجددة قامت الحكومة بإصدار القانون التنفيذي رقم ١٣ لعام ٢٠١٢ والمتعلق بربط الطاقة المتجددة مع الشبكة الكهربائية وفيما يلي أبرز ما جاء فيه:

- تمنح الطاقة المتولدة من مشاريع الطاقة المتجددة أولوية الربط على الشبكة الكهربائية الوطنية.
- تتحمل شركة الكهرباء الوطنية وشركات التوزيع الكهربائية تكاليف الربط مع الشبكة وإنشاء محطات التحويل لأقرب نقطة لمشاريع الطاقة المتجددة.



شكل رقم ٩: جوانب تشجيع الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن

المصدر: عمل الباحث بتصرف عن وزارة الطاقة والثروة المعدنية، ٢٠١٣

مبررات التوجه لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن

أصبح في المملكة الأردنية الهاشمية ضرورة ملحة وحاجة حقيقية لاستغلال مصادر الطاقة المتجددة المتوفرة في الأردن، فقطاع الطاقة الشمسية والريحية من اسرع قطاعات الطاقة المتجددة نمو وجذبا للاستثمار، وهنالك العديد من المبررات في الأردن للتوجه نحو البدء بتنمية مشاريع الطاقة المتجددة نذكر أهمها (http://www.memr.gov.jo/Default.aspx?tabid=36):

- تمتلك المملكة الأردنية الهاشمية مساحات شاسعة تستقبل الأشعة الشمسية وهو امر لا يتوفر في الكثير من دول العالم، فبالرغم من أن دول المنطقة لديها عدد أيام اكثر من الأردن بكمية الأشعة الشمسية إلا أن نوعية الإشعاع الشمسي في الأردن يمتاز بصفاء كبير نظرا لانخفاض الرطوبة في الجو وانعدام الغبار مما يسمح للخلايا الشمسية بالعمل بكفاءة عالية.
- مبررات اجتماعية فإن مشكلة الفقر والبطالة تحتاج إلى حل جذري فالتوجه إلى التنمية المستديمة الشاملة في المدن والبوادي والقرى والمخيمات، حيث أثبتت التجارب العلمية أن التوجه إلى المشاريع التنموية المستديمة وخاصة في مجال الطاقة المتجددة والاعتماد على التقنيات الخضراء قد يكون حلا مؤثرا لمشكلات البطالة والفقر.
- تشكل إمدادات الطاقة بشكل عام عامل استقرار سياسي وبالنسبة للأردن فهو لا يملك مصادر الطاقة غير المتجددة فالتوجه يساعد على مزيد من الاستقرار وحرية القرار.
- توفير الطاقة لتعزيز النمو الاقتصادي ودعم المشايع التنموية.
- الحد من تأثير التلوث البيئي في الأردن وحفاظا على التنوع الحيوي والطبيعية التي تميز الأردن عن غيره.
- توفير مصادر بديلة للطاقة وتحقيق امن التزود بها.

العوامل المشجعة على الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن:

هناك عدة عوامل تشجع على الاستثمار في قطاع الطاقة المتجددة في الأردن هي (الشكل رقم ١٠) (http://www.memr.gov.jo/Default.aspx?tabid=294):

أ- الموقع الجغرافي:

يلعب الموقع الجغرافي للأردن دوراً هاماً وكبيراً في مجال استغلال الرياح والشمس لاستخراج الطاقة، فطبيعة الموقع في الأردن هي من نعم الله على هذا البلد فهو يقع ضمن منطقة الحزام الشمسي بين خطي العرض ٣٥ شمالا و٣٥ جنوبا، حيث بينت الدراسات العلمية أن عدد الأيام التي تشرق فيها الشمس تزيد عن ٣٠٠ يوم بالسنة وبمعدل سطوع ٨ ساعات بالإضافة إلى أجواء صافية ونسبة رطوبة منخفضة وانعدام للغبار وزاوية ارتفاع الشمس تزيد عن ٨٠ درجة في فصل الصيف، كما تمتاز بعض المناطق في الأردن بمعدلات سرعات رياح تتراوح بين ٧ إلى ٨,٥ متر بالثانية، فإذا ما أُحسن استغلال الميزة المكانية للمناطق فإن ذلك يعتبر من اهم العوامل المحفزة للاستثمار في مثل هذه المشاريع.

ب- السياسة العامة للدولة:

تتضمن السياسية العامة للحكومة الأردنية في ميدان الطاقة الجديدة والمتجددة رفع المساهمة في إجمالي الطاقة المولدة في قطاع الطاقة والعمل على ترشيد الطاقة، فبدأ العمل نحو تشجيع استخدام السخانات الشمسية لتصل حصة المنازل المستخدمة للسخان الشمسي إلى ٣٠% بحلول عام ٢٠٢٠، كما أن أحد الأهداف الاستراتيجية الوطنية للطاقة إن تساهم الطاقة المتجددة الشمسية والريحية بنسبة تزيد عن ١٠% من إجمالي الطاقة المولدة، كما عملت الحكومة على إقرار مشروع

قانون الطاقة المتجددة لتقديم التسهيلات والإعفاءات الجمركية والضريبية على مشاريع الطاقة المتجددة.

ج- العوامل الاقتصادية:

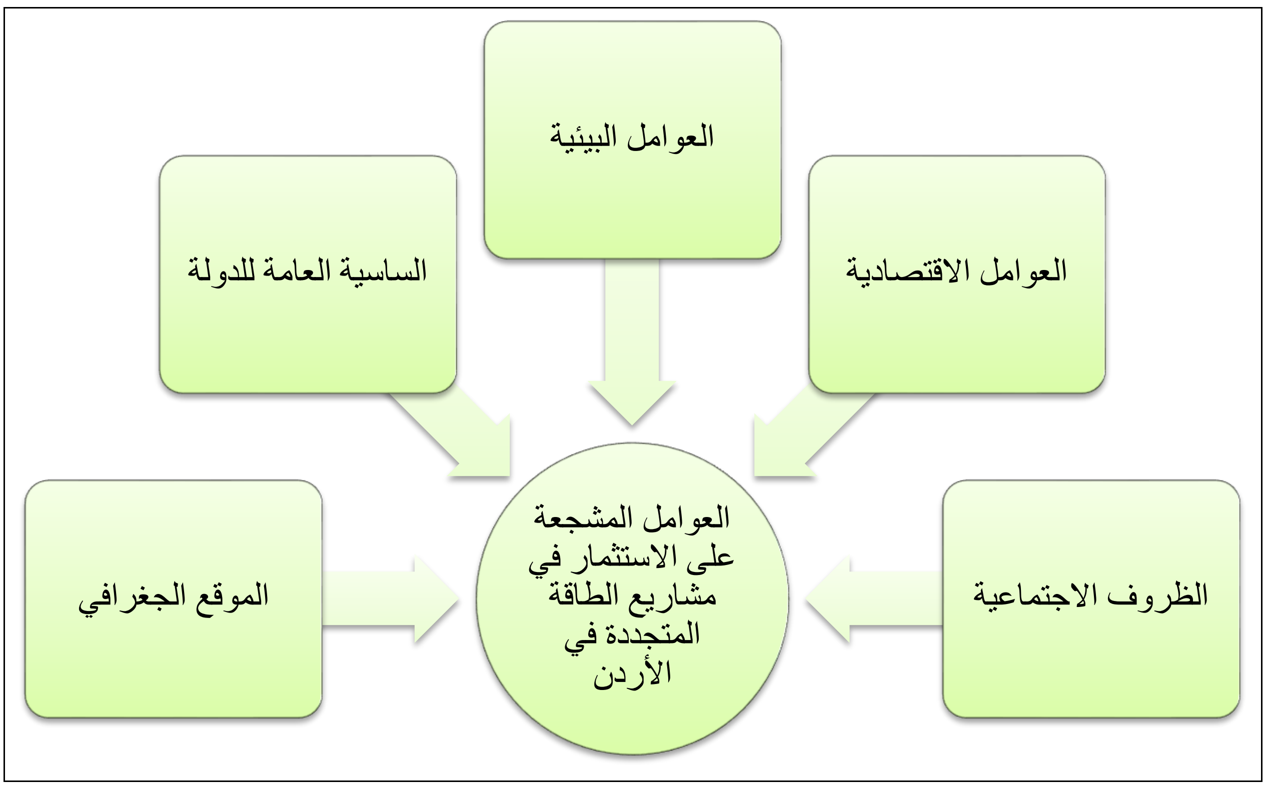
توفر الطاقة المستديمة بوابة للتنمية الاقتصادية والمشاركة في التنمية الشاملة، فمشاريع الطاقة المتجددة تعمل على زيادة القدرات الصناعية والزراعية بالإضافة إلى كونها دخلا جديد ومورد هام محلي، حيث ستبقي الموارد المالية داخل الدولة بدل من شراء النفط والغاز الطبيعي وغيره وبالتالي الحفاظ على العملة الصعبة، كما أنها تعتبر خياراً استراتيجياً للأردن الذي لا يملك مصادر الطاقة غير المتجددة، وبالتالي هي عامل استقرار اقتصادي وسياسي لتحقيق التزود الآمن بالطاقة نظراً لأنها لا تخضع لأسواق الطاقة العالمية والتي تعاني من اضطرابات شبه يومية نتيجة للمواقف السياسية.

د- العوامل البيئية:

يعتبر التنوع الحيوي للأردن ميزة أساسية فحماية البيئة والموارد الطبيعية والحفاظ عليها قيمة إنسانية وأداة لمحاربة الفقر وتحسين نوعية الحياة الاقتصادية والصحية، فالنظم البيئية تتعرض إلى تدهور واستنزاف للموارد الطبيعية المتاحة مما يؤدي إلى تراجع في التنوع الحيوي الضروري لبيئة سليمة تقود إلى مجتمع صحي واقتصاد متين مستقر، كما أن تلوث الهواء والضجيج والنفايات الصلبة والروائح العادمة قد أثرت سلبا على الحياة في الأردن ومثال ذلك منطقة الهاشمية في محافظة الزرقاء والتي تغطيها سحابة سوداء لوجود المحطة الحرارية ومصفاة البترول، فالمطلوب هو التوجه إلى طاقة نظيفة قادرة على حماية النظم البيئية والتنوع الحيوي والطبيعة الخضراء للأردن.

هـ- الظروف الاجتماعية:

تشكل التحديات الاجتماعية وخاصة مشكلتي الفقر والبطالة هاجس لدى الحكومات الأردنية المتعاقبة، لذلك تعمل الحكومة على خلق التنمية في مختلف أنحاء الأردن للتخفيف من الآثار الاجتماعية السالبة، فكلفة التنمية الشاملة باهظة حيث أنها تحتاج إلى البنى التحتية من طرق وشبكات كهرباء واتصالات ومياه وشبكات صرف صحي، وبما أن الطاقة هي المرتكز الأساسي لأي عملية تنمية فالطاقة الخضراء تشكل العمود الفقري للتنمية المستديمة وخاصة في المناطق النائية من خلال إنتاجها على مستوى المنازل وخدمة القرى البسيطة وتشغيل المعامل والمصانع المتوسطة والتي بدورها تخلق فرص عمل منتجة حقيقية تساهم في زيادة الدخل المحلي والفردي.



- شكل رقم ١٠: العوامل المشجعة على الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن

المصدر: عمل الباحث بتصرف عن: وزارة الطاقة والثروة المعدنية، ٢٠١٣

متطلبات بناء مشاريع الطاقة المتجددة من منظور التنمية المستديمة في الأردن

إن تسليط الضوء على العوامل المكانية والبيئية والتقنية ودورها في تخطيط مشاريع الطاقة يفترض أن يتم من خلال منهجية هندسية علمية يعتمد عليها في الدراسة والتحليل التي تساعد في تحقيق التنمية الشاملة في كافة النواحي، إن الخيارات المستقبلية للاستثمار في أشكال التنمية المستدامة في قطاع الطاقة ذا أهمية بالغة من أجل تشجيع التنمية الاقتصادية وتحقيق الأهداف البيئية المرجوة والتي تنعكس على المجتمع والإنسان، وذلك من خلال بناء منظومة متكاملة لقطاع الطاقة تحقق جوانب التنمية بشكل متكامل وليس بمعزل عن القطاعات الأخرى.

تتعدد المتطلبات والمعايير اللازمة لإنشاء مشاريع الطاقة المتجددة وفي هذه الدراسة سيتم النظر في المتطلبات الفنية مع دمج لمعايير التنمية المستديمة لتحقيق لنوعين من مشاريع الطاقة المتجددة الشمسية والريحية ويمكن تلخيصها كما يلي وهي (الشكل رقم ١١) (http://www.energysavingtrust.org.uk):

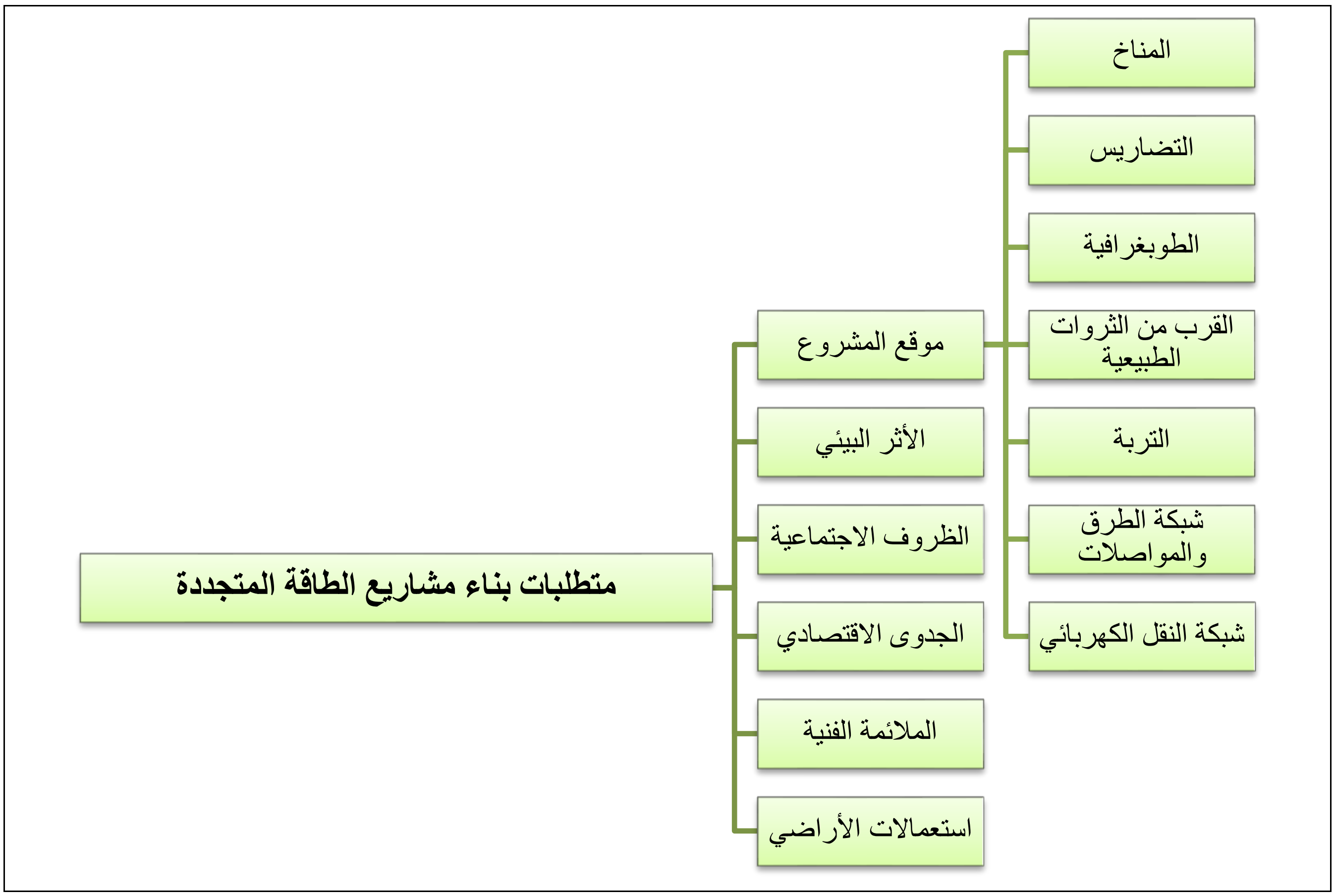
- موقع المشروع: من المسائل المهمة في بناء مشاريع الطاقة هو الاختيار الأمثل للمكان الذي سيتم به وفيما يلي اهم الاعتبارات التي يمكن أن نأخذها بعين الاعتبار لتحديد المكان الأمثل:
  - طبيعة المناخ وذلك باختيار منطقة تمتاز بالاعتدال نسبيا وقلة التقلبات الجوية المفاجئة أي مناخ مستقر طيلة أيام السنة.
  - ضرورة مراعاة خصائص التربة والغطاء النباتي.
  - البعد عن مصادر الثروات الطبيعية كمناطق الفوسفات.
  - البعد عن مناطق المحميات الطبيعية ومناطق الطيور المهاجرة.
  - البعد عن المناطق السياحية والآثار الطبيعية.
  - البعد عن مصادر المياه الجوفية والمسطحات المائية.

- الأرض مستوية لا يوجد ميلان مؤثر على طبيعة المشروع، بالاعتماد على الخرائط الجيولوجية والارتفاعات وتحليل مكاني للتضاريس.
- البعد عن مناطق التجمعات السكانية، منعا للضوضاء والضجيج وللسلامة العامة.
- القرب من الشبكة الكهربائية، فكلما كان المشروع قريب للشبكة الكهربائية يحقق مزايا فضلى وذلك لعدم الحاجة إلى تمديدات نقل كهربائية.
- القرب من شبكة النقل والمواصلات.

- تقييم الأثر البيئي للمشروع من خلال دراسة عناصر المشروع والمواد الخام المستخدمة والأضرار التي قد يسببها المشروع.
- دراسة الظروف الاجتماعية للمنطقة وما يمكن أن يحققه المشروع من مكاسب تنموية من خلال فرص العمل وتنشيط الحركة التجارية والمرافق العامة.
- الجدوى الاقتصادية للمشروع من خلال تحليل الأسعار على قطع الأراضي التي سيتم بناء المشروع عليها، فمثلا عندما تكون الأرض باهظة الثمن فان ما نجنيه من ثمار الوفر الاقتصادي نخسره في أثمان الأراضي.
- الملائمة الفنية والجوانب الفنية للشبكة الكهربائية والأخذ بعين الاعتبار القدرة التوليدية للمشروع والحاجة الفعلية ومدى الفائدة التي يحققها.
- التقنية المستخدمة والتوفيق بين مختلف تكنولوجيات الطاقة المتجددة.
- الجانب الطبيعي، من خلال دراسة التأثير على الطبيعة وما تسببه المشاريع من آثار سلبية على النواحي الجمالية للمنطقة وآثاره على المحيط الحيوي، فلا يمكن إقامة مشروع طاقة متجددة مستديم

يراعي الجوانب البيئية وإهمال الطبيعة، فالمناطق السياحية أو المحميات الطبيعية جزء أساسي في مشاريع التنمية المستديمة.

- استعمالات الأراضي، فإقامة مشروع يحتاج إلى مراعاة تخطيط استعمالات الأراضي، فمشاريع الطاقة الشمسية تحتاج إلى مساحات واسعة من الأرض وبذلك يجب الأخذ بعين الاعتبار هذا العامل بصفته احد متطلبات التنمية.



شكل رقم ١١: متطلبات بناء مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن

المصدر: عمل الباحث بتصرف عن: (http://www.energysavingtrust.org.uk)

الفصل الرابع

متطلبات ومعايير بناء مشاريع الطاقة الشمسية والطاقة الريحية

مقدمة

تستحوذ مشاريع الطاقة المتجددة اهتمام كبير في العالم لما لها من ميزات تساعد في الحد من المشكلات البيئية والنمو الاقتصادي المتوازن والاستقرار الاجتماعي، فتسعى حكومات الدول المتقدمة والنامية على حد سواء إلى تنمية مشاريع الطاقة المتجددة وتوفير كافة الإمكانيات المالية وتوظيف التكنولوجيا الحديثة وتقديم الدراسات وإدخال التشريعات القانونية وتشجيع فرص الاستثمار بها كونها مطلب تنموي استثماري، فإقامة مشاريع الطاقة المتجددة حالها حال أي مشروع تنموي يحتاج إلى دراسة معمقة من كافة النواحي الفنية والمالية والمكانية والجدوى الاقتصادية والمنفعة الاجتماعية التي يمكن تحقيقها، فهناك خطوات وعوامل ومعايير للعمل والبدء بتنفيذ تلك المشاريع، وفي هذا الفصل سيتم دراسة عامة لمشاريع المتجددة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، للوصول إلى الوضع الأنسب لإنشاء مشاريع الطاقة المتجددة.

الطاقة الشمسية

الشمس هي من نعم الله على البشرية وهي آية من آيات الله الكونية فهي المصدر الأساسي للطاقات المتجددة، وتعتبر أيضا مصدر الضوء الأساسي على الأرض وقد ذكرها الله جلا جلاله في قوله تعالى ﴿هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا﴾ (القرآن الكريم، سورة يونس آية ٥)، فكمية الطاقة الشمسية الساقطة على الأرض من جبال ووديان وبحار ومحيطات تفوق احتياجات العالم من الطاقة، فالأمكنة المناسبة لاستغلال الطاقة الشمسية بشكل مثالي لا تتجاوز ٣٠% من مساحة الأرض (اليابسة) ومع ذلك فإن استغلالها بشكل جيد ومتطور يساهم بشكل كبير بتغطية حاجات الإنسان من الطاقة، حيث بدأ التفكير بإنتاج

الطاقة الكهربائية من بداية القرن المنصرم وقد استخدم الأمريكيان (ويلزي وشومان) المجمعات المسطحة في تجميع الطاقة الشمسية لتبخير السوائل لتوليد الطاقة الكهربائية والتي كانت بشكل عام صغيرة الحجم وذات قدرة توليدية لا تتجاوز العشرة كيلو واط، ومع التقدم العلمي والتكنولوجي بدأت الدراسات والتوسع بالأبحاث إلى أن صممت شركة بيل للتلفونات في الخمسينيات الخلايا الشمسية لإنتاج الكهرباء ومن ثم إعلان الاتحاد السوفياتي اطلاق أول قمر صناعي يعمل بالطاقة الشمسية، ومنذ ذلك الحين بدأ استغلال الطاقة الشمسية واستمر حتى وصلنا إلى ما وصلنا إليه الآن من تكنولوجيا متقدمة قادرة على توليد الكهرباء بكفاءة عالية وبجدوى اقتصادية وبنفع بيئي (عياش، ١٩٨٩، ص١٥٣).

مفهوم الطاقة الشمسية

الطاقة الناتجة والمتولدة من أشعة الشمس الساقطة على الأرض عبر الغلاف الجوي والتي ينعكس جزء منها وتمتص الغيوم والبحار والمحيطات والأرض اليابسة جزءاً آخر، فالأرض هي المستقبل النهائي لأشعة الشمس، حيث تمتص الأرض والغيوم المحيطة والبحار والمحيطات ما قيمته ١٢٢ بيتا واط، فالطاقة التي تستقبلها الأرض بالساعة تعادل ما تحتاجه الأرض من الطاقة خلال عام كامل ويمكن الاستفادة من الطاقة الشمسية وتحويلها إلى طاقة كهربائية وطاقة حرارية إما بآلية التحويل الكهروضوئي أو بالتحويل الحراري للأشعة الشمسية وسيتم فيما يلي عرض لطاقة الشمس الحرارية وطاقة الشمس الضوئية (فرمان، ٢٠١٠، ص٥٧):

أ- طاقة الشمس الحرارية Solar Thermal Energy:

يتم بها استغلال تركز أشعة الشمس وتحويلها إلى طاقة حرارية باستخدام المركزات أو المجمعات الشمسية الحرارية، تسمى هذه التكنولوجيا بالطاقة الشمسية المركزة وتستخدم ثلاثة أنواع من المركزات

الشمسية هي: مركزات منخفضة الحرارة ومتوسطة الحرارة وعالية الحرارة وسيتم الحديث عن كل مركز من هذه المركزات التكنولوجية المستخدمة ومدى الاستفادة التي يحققها (فرمان، ٢٠١٠، ص٥٨):

- المركزات الشمسية منخفضة الحرارة:

المركزات الشمسية منخفضة الحرارة تستخدم السطوح المستوية لإنتاج الحرارة وعادة ما تكون درجة حرارتها تقارب ٣٨ درجة مئوية، وفي الغالب تستخدم في أحواض السباحة من خلال خزن الحرارة كما أنها تعتبر من التقنيات الفعالة في إنتاج الملح من خلال السماح لجزيئات الماء بالتبخر وبالتالي ترسب الملح، ومؤخرا يمكن الاستفادة منها في إزالة المواد العالقة والصلبة من مياه الصرف الصحي.

- المركزات الشمسية متوسطة الحرارة:

تستخدم المركزات متوسطة الحرارة السطوح المستوية أيضا وتعتبر هذه التقنية من اقدم واكثر التقنيات استخداما، تستخدم لإنتاج المياه الحارة في السخانات الشمسية للأغراض المنزلية والتجارية، كما يتم الاستفادة منها في المجففات الشمسية لإنتاج الفحم من تجفيف الخشب والحال أيضا تجفيف الفواكه والحبوب وغيرها، وأخيرا فإن هناك تقنية الطباخات الشمسية التي استغلت منذ أزمنة عديدة بدرجة حرارة وفرتها من ٥٠ إلى ١٠٠ درجة مئوية، ومع التطور العلمي والتكنولوجي تطورت هذه المركزات بشكل كبيرة لتصل درجة الحرارة التي توفرها إلى ٢٥٠ درجة مئوية حيث يتم استخدام عاكسات لتركيز الأشعة الشمسية ويتم الاستفادة منها في التقطير والطبخ وغيره.

- المركزات الشمسية عالية الحرارة:

تعتبر المركزات الشمسية عالية الحرارة ذات فاعلية كبيرة لمشاريع الطاقة المتجددة وخصوصا لتوليد الطاقة الكهربائية حيث يمكن إنتاج درجة حرارة تزيد عن ١٠٠٠ درجة مئوية، وهذه المركزات فهي تستخدم العدسات والمرايا المحدبة لتجميع أشعة الشمس ومن ثم تعمل على تبخير المياه التي تحرك التوربينات البخارية لإنتاج الطاقة الكهربائية، علما أنه كلما ارتفعت درجة الحرارة تزيد من كفاءة المولدات البخارية.

ب- طاقة الشمس الضوئية Solar Electrical Energy:

تسمى أيضا بالطاقة الشمسية الكهربائية وهي: تحويل الضوء المنبعث من الشمس إلى طاقة كهربائية مباشرة باستخدام الخواص الإلكترونية للمواد شبه الموصلة مثل السيلكون والجرمانيوم، تعتبر هذه الطريقة الأكثر شيوعا على الرغم من كلفتها الباهظة، ولكن ما تحققه من مزايا في سهولة التركيب والتكلفة المنخفضة في الصيانة والإنتاجية الكبيرة للتيار الكهربائي جعلها الأكثر شيوعا واستخداما، فالحصول على الطاقة الكهربائية من الأشعة الشمسية يتم من خلال الخلايا الشمسية (الخلية الشمسية موصل رقيق يتم تسليط ضوء الشمس عليه ليتولد فولتية بين طرفيها وتيار كهربائي)، كما يمكن تصنيف الخلايا الشمسية إلى عدة أنواع حسب المادة الخام المصنعة منها وكفاءة التوصيل: فهناك الخلايا السليكونية وتصنع من مادة السيلكون وهي شائعة الاستخدام وتتراوح الكفاءة التحويلة الفعلية لها ما بين ١٨% إلى ٢٢%، أما النوع الثاني فهو خلايا الأغشية الرقيقة وكفاءتها التحويلية تتراوح ما بين ١٢% إلى ١٨% وهي رخيصة الثمن وسهلة التصنيع والتركيب، أما النوع الثالث والأخير فهي الخلايا الشمسية متعددة الوصل وتصنع غاليا من مادة كاليوم أرسيناید وتتراوح الكفاءة

الفعلية فيها بين ٣٠% إلى ٣٥% وتمتاز بكلفتها الباهظة وصناعتها وتركيبها المعقد (فرمان، ٢٠١٠، ص٦٣).

التحويل الكهربائي للطاقة الشمسية

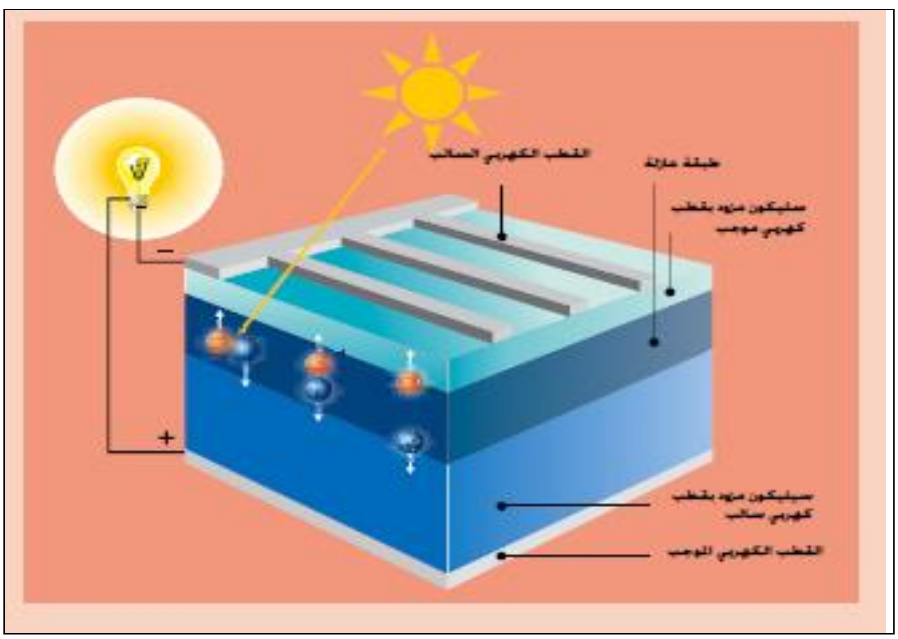
يمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية بإحدى الطرق التالية (اليعقوبي،٢٠٠٠،ص١٤) (فرمان، ٢٠١٠، ص٦٠):

أ- التحويل المباشر.

ويتم بهذه التقنية تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية مباشرة عن طريق الخلايا الشمسية الكهروضوئية، فالخلايا الشمسية عبارة عن محولات تستقبل الأشعة الشمسية وتحولها إلى طاقة كهربائية، أي أنه يتم تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء بشكل متجدد طالما هناك أشعة شمسية وبدون أي تأثير سلبي على البيئة كالتلوث أو الضوضاء أو الإشعاعات الضارة، فالخلايا الشمسية خلايا بسيطة التركيب ولا تتطلب كلف صيانة وتشغيل عالية ويمكن استخدامها لمدة طويلة بما يقارب ٢٥ عام.

أما عن آلية عملها فهي تعمل بتوجيه الخلايا بزاوية ميل لتستقبل الأشعة الشمسة وهي تمتص الأشعة وتحولها إلى طاقة كهربائية لاستخدمها مباشرة أو تخزينها في بطاريات، وعادة ما يتم تصميمها لتتحمل قساوة الظروف الجوية والرياح والرطوبة والعواصف الرملية، أما عن المواد المصنعة للخلايا الشمسية فيتم تصنيعها من عنصر السيلكون لموصليته الجيدة في مختلف الظروف الجوية وقدرته العالية، حيث يعتبر نصف معدن فقد يكون عازل ومعدن أيضا، ففي حالته المعدنية فإن ذراته لا تكون مرتبطة بأحكام مما يؤدي إلى جريان التيار الكهربائي أما في حالة استخدامه

كعازل فإن اليكتروناته تكون مرتبطة بشدة ولا يحدث تيار كهربائي، إن الضوء الشمسي عبارة عن فوتونات لذلك تصنع الخلايا الشمسية من أشباء فلزات احدها موجب والآخر سالب لاحتواء الأيونات الموجبة والسالبة مع بعضها البعض ليتم بعد ذلك تهيئة الظروف الضرورية لإحداث التيار الكهربائي ضمن الخلية الشمسية، فالفوتونات الشمسية تخترق السيلكون فتحدث حركة عشوائية بذرات السيلكون مما يؤدي إلى حركة الكترونات السيلكون وإفلاتها عن مدراتها ونتيجة لتلك الحركة تنشا طاقة تسمى بالطاقة الكهربائية، ومؤخرا تم تصنيع خلايا شمسية تتبع الأشعة الشمسية من الشرق إلى الغرب حتى يتم الاستفادة من ركز الأشعة الشمسية بأكبر قدر ممكن، مع العلم أن افضل زاوية بين الشمس والخلايا في حالة الأشعة التي تكون عمودية على الخلايا، ومن اجل الحصول على الطقة الكهربائية ذات كفاء عالية فإنه يتم ربط اكثر من خلية شمسية مع بعضها البعض (الشكل رقم ١٢).



شكل رقم ١٢: الطاقة الشمسية الضوئية

المصدر: الوكالة الألمانية للطاقة، ٢٠١٢

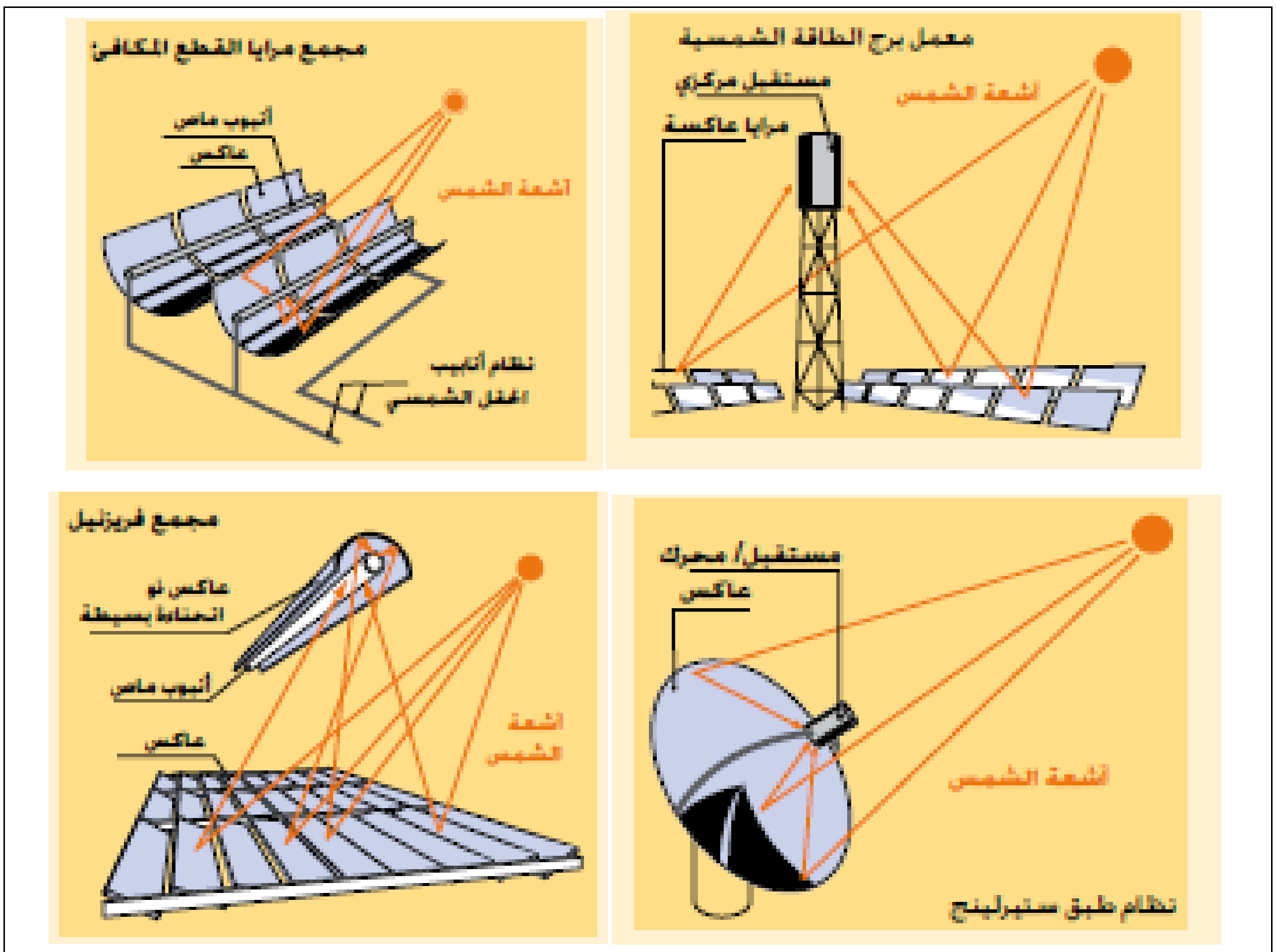
ب-التحويل غير المباشر.

يتم بتحويل الأشعة الشمسية إلى طاقة حرارية عالية تتراوح ما بين ٢٠٠ -١٠٠٠ درجة مئوية وبعد ذلك يتم تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية من خلال توربينات، وهذه يمكن استخدامها في الصناعات الكبرى وتحلية المياه وغيرها، وهناك أربعة تصاميم مختلفة لمحطات الطاقة الشمسية الحرارية لإنتاج الكهرباء وهي (الشكل رقم ١٣):

- تصميم القطع المكافئ: ويتكون من عواكس على شكل قطع مكافئ من عدة صفوف متوازية حيث تعمل على تركيز أشعة الشمس على الخط البؤري للأنبوب الذي يحتوي على زيت حراري كوسط ناقل للحرارة لتوصيله لمبادل حراري لتبخير المياه بدرجة تصل إلى ٤٠٠ درجة مئوية، ولتشغيل التوربين كما هو الحال في المحطات التقليدية، وهذا التصميم مطبق في عدة مشاريع منها المستخدم في مجمع نيفدا الحراري والذي ينتج قرابة ٦٤ ميغا واط، ومجمع انداسول الحراري في اسبانيا وينتج قرابة ٥٠ ميغا واط.
- تصميم البرج: والمبدأ العام هو أبراج للطاقة تقوم باستلام الأشعة الشمسة وإسقاطها على آلاف المرايا، وتكون أبراج الطاقة متوسطة لتلك المرايا، ويتسم هذا التصميم بإنتاج درجة حرارة عالية جدا وقدرة كبيرة على حفظ الطاقة، ويمكن الوصول الى درجة حرارة ١٠٠٠ درجة مئوية.
- ستيرلينج Stirling: يعتمد التصميم على القطع المكافئ الذي يقوم عاكسه بتركيز الأشعة الشمسية على المستقبل الموصل بمحرك ستيرلينج، ومن ثم يقوم المحرك بتحويل الطاقة

الحرارية إلى ميكانيكية أو كهربائية، ومن شأن هذا التصميم زيادة الكفاءة بنسبة لا تقل عن ٣٠%، وحاليا يتم تجربة هذا التصميم في مركز بلاتا فورما سولار في الميريا بإسبانيا.

- عواكس فرينل الخطية: المبدأ الأساسي لهذا التصميم عواكس طويلة ذات انحناءة بسيطة تركز الأشعة الشمسية على أنبوب امتصاص ثابت ويتم تسخين المياه بشكل مباشر لتتبخر، إلا أن هذا التصميم اقل فعالية من التصاميم الأخرى والكلفة الاستثمارية قليلة بالمقارنة مع غيره.



شكل رقم ١٣: تصاميم محطات الطاقة الحرارية الشمسية

المصدر: الوكالة الألمانية للطاقة، ٢٠١٢

متطلبات استخدام الأراضي لمشاريع الطاقة الشمسية

تختلف احتياجات الأراضي لإقامة مشاريع الطاقة الشمسية من حيث التقنية التي تولد الطاقة الكهربائية منها ونوع التكنولوجيا المستخدمة في تلك التقنية والقدرة التوليدية للمشروع، ويمكن تصنيف متطلبات استخدام الأرض إلى قسمين أساسين وهما (إبراهيم، ٢٠١٠، ص ص):

- مشاريع الخلايا الكهروضوئية حيث تقسم إلى نوعين: مشاريع القدرة الأقل من ٢٠ ميجا واط (الجدول رقم ٥) ومشاريع القدرة الأكبر من ٢٠ ميجا واط (الجدول ٦)، وتشير الجداول إلى التكنولوجيا المستخدمة في الخلايا الكهروضوئية ومتوسط استغلال الأرض حسب القدرة التوليدية وحسب الطاقة المولدة، وتشير إلى المساحة المباشرة والتي تعني المساحة الفعلية من محولات وخدمات وبنى تحتيه وطرق وصول وغيره، أما المساحة الكلية فتعني المساحة الكلية للمشروع بما فيها من المساحات البينية (بين مكونات المشروع).

التكنولوجيا		متوسط استغلال الأراضي حسب القدرة ألف متر مربع لكل ميجاواط		متوسط استغلال الأراضي حسب الطاقة المولدة ألف متر مربع لكل جيجاواط ساعة سنويا	
		المساحة المباشرة	المساحة الكلية	المساحة المباشرة	المساحة الكلية
الخلايا الكهروضوئية الأقل من ٢٠ ميجاواط	الألواح المسطحة ثابتة الميل	٢٢.٣	٣٠.٨	١٣	١٧.٨
	الألواح المسطحة ذات أنظمة التتبع أحادية المحور	٢٥.٥	٣٥.٢	١١.٧	١٥.٤
	الألواح المسطحة ثنائية المحور	٣٨	٥٢.٦	١٦.٦	٢٢.٣
	الخلايا المركزة ثنائية المحور	٢٩.٩	٣٦.٨	٩.٣	١٢.٥

جدول ٥: الخلايا الكهروضوئية اقل من ٢٠ ميجا واط

المصدر: المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، ٢٠١٣

التكنولوجيا		متوسط استغلال الأراضي حسب القدرة ألف متر مربع لكل ميجاواط		متوسط استغلال الأراضي حسب الطاقة المولدة ألف متر مربع لكل جيجاواط ساعة سنويا	
		المساحة المباشرة	المساحة الكلية	المساحة المباشرة	المساحة الكلية
الخلايا الكهروضوئية الأكبر من ٢٠ ميجاواط	الألواح المسطحة ثابتة الميل	٢٣.٥	٣٠.٤	١١.٣	١٥
	الألواح المسطحة ذات أنظمة التتبع أحادية المحور	٢٤.٣	٣٣.٦	١٠.٢	١٣.٤
	الخلايا المركزة ثنائية المحور	٢٤.٧	٣٢.٨	٨.١	١١.٣

جدول ٦: الخلايا الكهروضوئية اكبر من ٢٠ ميجا واط

المصدر: المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، ٢٠١٣

- مشاريع الطاقة الشمسية الحرارية، وفي هذه المشاريع نتعامل مع أربعة أنواع من التكنولوجيا أو التصاميم، فكل تصميم له احتياجات محددة من الأراضي لإقامته (الجدول رقم ٧).

التكنولوجيا		متوسط استغلال الأراضي حسب القدرة ألف متر مربع لكل ميجاواط		متوسط استغلال الأراضي حسب الطاقة المولدة ألف متر مربع لكل جيجاواط ساعة سنويا	
		المساحة المباشرة	المساحة الكلية	المساحة المباشرة	المساحة الكلية
المركزات الشمسية الحرارية	القطع المكافئ	٢٥.١	٣٨.٤	١٠.١	١٥.٨
	البرج	٣٦	٤٠.٥	١١.٣	١٢.٩
	ستيرلينج	١١.٣	٤٠.٥	٦	٢١.٤
	عواكس فرينل الخطية	٨.١	١٩	٦.٩	١٦.٢

جدول ٧: متطلبات الأراضي للمركزات الشمسية الحرارية

المصدر: المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، ٢٠١٣

العوامل المؤثرة على كفاءة مشاريع الطاقة الشمسية

هناك عدة عوامل تؤثر على كفاءة عمل الطاقة الشمسية من أهمها ما يلي (المحسن، ٢٠١٣، ص٨):

- الغلاف الجوي وما يحتويه من مواد عالقة، فسماكة الغلاف الجوي والذي تخترقه الأشعة الشمسية تلعب دور رئيس في كمية الإشعاع الشمسي الساقط على الأرض، كما أن المواد العالقة في الغلاف الجوي من بخار الماء والغازات المنبعثة تمتص الأشعة بنسب متفاوتة.
- الغلاف الغازي المحيط بالأرض، حيث أن الغبار والأتربة والملوثات والحالة الجوية المتقلبة تسبب في تذبذب الأشعة الشمسية الواصلة إلى الأرض.
- تركز الأشعة الشمسية والزاوية التي تستقبل بها الخلايا الشمسية الأشعة الشمسية، فالوضع الأمثل لعمل الخلايا الشمسية يكون في حالة تركز أشعة الشمس بصورة عمودية على الخلايا الشمسية.
- المدة التي تظهر فيها الشمس، حيث تختلف تبعا للفصول السنوية ودوائر العرض وخطوط الطول، ففي أوقات النهار الطويل تكون كمية الطاقة الناتجة اكبر منها في أوقات النهار القصير.
- التضاريس الأرضية وتلعب دور مهم في اختلاف كمية الأشعة الشمسية الساقطة فاختلاف التضاريس من سهول وأودية وجبال وسفوح الجبال واتجاهها ينعكس سلبا أو إيجابا على كمية أشعة الشمس الساقطة.

- الالبيدو، وهي النسبة التي يعكسها سطح الأرض مباشرة من الإشعاع الشمسي الواصل إليه، وتختلف النسبة من منطقة لأخرى حسب الموقع الجغرافي وحسب طبيعة سطح الأرض من حيث النباتات والتربة والثلوج وغيره.

معايير مشاريع الطاقة الشمسية

هناك عدة معايير يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار لإقامة مشاريع الطاقة الشمسية من منظور التنمية المستديمة وهي (http://www.energysavingtrust.org.uk):

- موقع المشروع: يعتبر ذلك من اهم العوامل حيث يجب مراعاة القرب من الشبكة الكهربائية والبعد عن المناطق التي يمكن أن تحول دون وصول الأشعة الشمسية مثل العوائق الطبيعية كالجبال والأودية ... الخ.
- مدى الملائمة للنظام ومراعاة الجوانب الفنية للشبكة الكهربائية والقدرة التحملية، والأخذ بعين الاعتبار القدرة التوليدية للمشروع، وبذلك تتم دراسة الحاجة الأساسية للمشروع والهدف منه ومدى الاستفادة الحقيقة من المشروع.
- التقنية المستخدمة في مشاريع الطاقة الشمسية والتوفيق بين الطاقة الشمسية الضوئية أو الحرارية وآلية التركيب والمكونات المستخدمة والمواد المصنعة للأنظمة الشمسية.
- الجانب البيئي والطبيعي، فلا يمكن إقامة مشروع طاقة متجددة مستديم يراعي الجوانب البيئية وإهمال الطبيعة، فالمناطق السياحية أو المحميات الطبيعية جزء أساسي في مشاريع التنمية المستديمة.

- استعمالات الأراضي، فإقامة مشروع يحتاج إلى مراعاة تخطيط استعمالات الأراضي، فمشاريع الطاقة الشمسية تحتاج إلى مساحات واسعة من الأرض وبذلك يجب الأخذ بعين الاعتبار هذا العامل بصفته احد متطلبات التنمية.

خطوات بناء مشاريع الطاقة الشمسية

لإقامة مشروع توليد الطاقة الكهربائية من منظور التنمية المستديمة هناك خطوات يتم اتخاذها وهي (الشكل رقم ١٤) (الخياط، ٢٠٠٩، ص ص):

١) اختيار عدة مواقع وتحليل البيانات والأشعة الشمسية الساقطة، ويتم ذلك من خلال رصد الأشعة الشمسية وحساب اكبر عدد من أيام تركز الإشعاع الشمسي ليتم انتخاب اكثر من موقع.

٢) دراسة المواقع المنتخبة والعوامل الطبيعية وغير الطبيعية المؤثرة وتقييم أولي للملائمة المكانية

٣) تقييم المواقع واختيار الموقع الأنسب، وفي هذه الخطوة يتم اختيار الموقع الأنسب والذي تتحقق فيه اعلى معايير الكفاءة الشمسية.

٤) دراسة المشروع من الناحية الفنية والاحتياجات الفنية والكوادر والخدمات والبنى التحتية، كما يتم دراسة إمكانية تنفيذ المشروع على ارض الواقع.

٥) دراسة الآثار الاقتصادية والاجتماعية، حيث تقدر الكلفة المالية للمشروع بشكل تقريبي، كما أن الأخذ بعين الاعتبار العامل الاجتماعي من حيث السكان والعمالة وتحديد

المناطق التي يمكن أن يخدمها المشروع، وتوضيح جميع الآثار السلبية والإيجابية للمشروع.

٦) تقييم الأثر البيئي، وتعتبر هذه الخطوة والخطوة السابقة أدوات القياس على المشروع من منظور التنمية المستديمة، فدراسة الآثار التي يمكن أن يلحقها المشروع بالمنطقة من جميع الجوانب أمر على درجة عالية من الأهمية.

٧) التصميم الأولي الفني للمشروع، وذلك من خلال تحديد نوع التكنولوجيا المستخدمة للمشروع، وإعداد تقرير يبين القدرة التوليدية للمشروع وكافة الأمور الفنية.

٨) التصميم النهائي للمشروع، يبدا العمل بالمرحلة هذه بالتخطيط للمشروع من النواحي الإدارية والمالية والفنية وإعداد الوثائق اللازمة وخطة التنفيذ.

٩) البدء بإجرآت التنفيذ الإنشائي، من خلال ترجمة خطة العمل إلى واقع حيث يتم في كل جزء من الخطة تقييم العمل، إلى أن يتم الوصول إلى تشغيل المشروع وتوليد الطاقة.

١٠) تصدير الطاقة من المحطة إلى المستهلك أو الشبكة الكهربائية، فالطاقة المولدة تصدر من المشروع إلى المستهلك مباشرة أو إلى بطاريات أو إلى الشبكة الكهربائية.



شكل رقم ١٤: خطوات بناء مشاريع الطاقة الشمسية

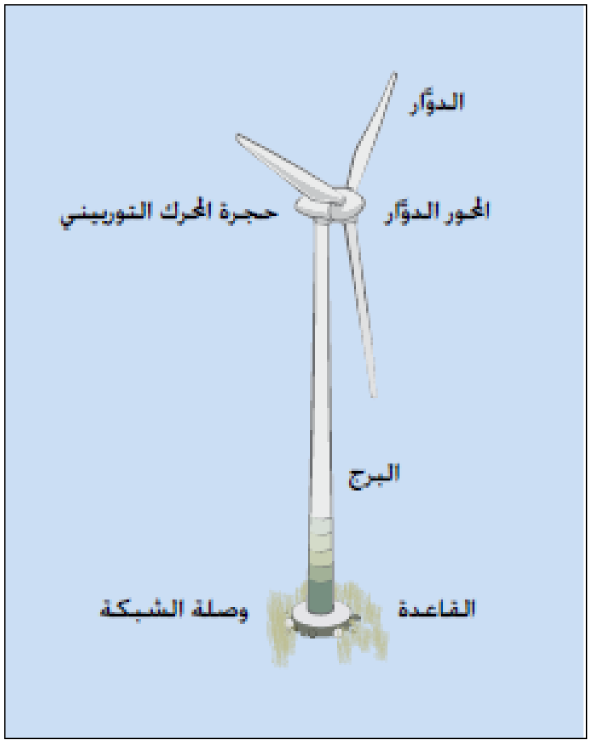
المصدر: عمل الباحث بتصرف عن: الخياط، ٢٠٠٩

الطاقة الريحية

آيات الخالق لا تعد ولا تحصى ومنها الرياح التي وهبها للخلق، يقول تعالى ﴿ومن آياته أن يرسل الرياح مبشرات وليذيقكم من رحمته ولتجري الفلك بأمره ولتبتغوا من فضله ولعلكم تشكرون﴾ (القرآن الكريم، سورة الروم آية ٦)، فالرياح منذ العصور القديمة وسيلة لإنتاج الطاقة بشكل مبسط فطواحين الهواء في السابق لإنتاج الحبوب والفلك التي تجري في البحار والمحيطات، ومن ذلك الوقت انطلقت البشرية لاستغلال هذه النعمة إلى أن ما وصلنا إلى ما وصلنا إليه في الوقت الحالي من إنتاج الكهرباء، حيث تعتبر الرياح مصدر من مصادر الطاقة المتجددة النظيفة التي لا تفنى وقد أصبح التوجه نحو مزيد من الاستغلال للرياح في مجال توليد الطاقة الكهربائية.

مفهوم الطاقة الريحية

هي أحد اهم أنواع الطاقة المتجددة والنظيفة والتي يتم فيها استغلال التيارات الهوائية (الرياح) من خلال تحريك التوربينات لتوليد الطاقة الكهربائية أو الميكانيكية، والآلية التي يتم بها إنتاج الكهرباء من توربينات الرياح فتعمل الطاقة الحركية للرياح على دوران الريش المثبتة على التوربين والذي يرتكز على عمود الدوران وتنتقل الحركة لتقطع المجال المغناطيسي داخل المولد ويتم إنتاج الكهرباء (الشكل رقم ١٥).



شكل رقم ١٥: تصميم توربين الرياح

المصدر: الوكالة الألمانية للطاقة، ٢٠١٢

يتولد الهواء نتيجة لامتصاص سطح الأرض والمسطحات المائية من البحار والمحيطات للأشعة الشمسية، فالأشعة الشمسية تعمل على تسخين الغلاف الجوي مما يؤدي إلى نقصان كثافة الهواء، وبالتالي فإن الهواء ينتقل من المناطق التي يرتفع فيها الضغط الجوي إلى المناطق المنخفضة الضغط الجوي، أي من مناطق الإشعاع الشمسي العالي إلى مناطق الإشعاع الشمسي القليل، وهذا ما يؤدي إلى نشوء الرياح (الخياط، ٢٠٠٦، ص٥٠).

التوربينات الهوائية

هناك نوعان من التوربينات الهوائية (الشكل رقم ١٦) (اتكين، ٢٠٠٥، ص٢٢):

- توربينات رأسية المحور يكون محور دورانها عموديا على سطح الأرض ومعظم استخداماتها في الأغراض الميكانيكية مثل ضخ المياه.

- توربينات أفقية المحور ويكون محور دورانها موازيا لسطح الأرض وهذا النوع شائع الاستخدام.



شكل رقم ١٦: توربينة الرياح الرأسية والأفقية

المصدر: الخياط، ٢٠٠٦

العوامل المؤثرة على كفاءة مشاريع الطاقة الريحية

هناك عدة عوامل تؤثر على إنتاج الطاقة من الرياح ونذكر أهمها (محمود، ٢٠١٢، ص١٠):

- سرعة الرياح: فعلاقة مكعب سرعة الرياح مع الطاقة الكامنة علاقة طردية، لذلك لا بد من دراسة مواقع المشروع المقترحة بشكل دقيق لقياس معدلات الرياح السنوية فإذا كانت سرعة الرياح لموقع ما ضعف الموقع الأخر فإن ذلك سيزيد الطاقة الكامنة لثمانية أضعاف.
- كثافة الهواء: تعتبر العلاقة طردية بين كثافة الهواء والطاقة المنتجة من الرياح فكلما زادت كثافة الهواء زادت الطاقة الكامنة في الرياح، فالمناطق الباردة تكون درجة حرارة الرياح قليلة وبالتالي فان الكثافة تزداد مما يزيد من الطاقة المنتجة من الرياح.

- مساحة التوربين الهوائي الدائرية: فالعلاقة أيضا طردية مع إنتاج الكهرباء من طاقة الرياح فكلما زاد نصف قطر التوربين تزداد المساحة التي يمر خلالها الهواء وبالتالي تزيد إنتاجية الطاقة المولدة، فعادة ما يفضل تكبير أطوال ريش التوربينات للحصول على اكبر طاقة ممكنة.

خطوات بناء مشاريع الطاقة الريحية

لإقامة مشروع توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الريحية ووفق مبادئ التنمية المستديمة، فإن هناك خطوات يتم اتخاذها وهي (الشكل رقم ١٧) (الخياط، ٢٠٠٩، ص ص):

١) اختيار عدة مواقع وإجراء التحليل للبيانات الفنية مثل حساب متوسط سرعات الرياح من خلال محطات الرصد لفترة زمنية معينة والملائمة الفنية، ليتم انتخاب اكثر من موقع.

٢) دراسة المواقع المنتخبة والعوامل المؤثرة وذلك بتحليل البيانات المكانية وتقييم أولي لمدى الملائمة المكانية.

٣) تقييم المواقع واختيار الموقع الأنسب، وفي هذه الخطوة يتم اختيار الموقع الأنسب والذي يتحقق فيه أعلى معايير الملائمة المكانية للرياح.

٤) دراسة المشروع من الناحية الفنية والاحتياجات الفنية والكوادر والخدمات والبنى التحتية، كما يتم دراسة إمكانية تنفيذ المشروع على أرض الواقع.

٥) دراسة الآثار الاقتصادية والاجتماعية للمشروع، حيث تقدر الكلفة المالية للمشروع بشكل تقريبي، كما يؤخذ الاعتبار العامل الاجتماعي من حيث السكان والعمالة وتحديد المناطق التي يمكن أن يخدمها المشروع، وتحدد جميع الآثار السلبية والإيجابية للمشروع.

٦) تقييم الأثر البيئي، و" يقصد بتقييم الأثر البيئي أي إجراء يهدف إلى تحديد التأثيرات المترتبة على جميع مراحل إقامة مشروع معين ووصف هذه التأثيرات ودراستها لمعرفة تأثر المشروع وتأثيره في النواحي الاجتماعية والاقتصادية وتحديد السبل للحد من أي الآثار السلبية على البيئة" (نظام تقييم الأثر البيئي الأردني، ٢٠٠٥).

٧) التصميم الأولي الفني للمشروع، وذلك من خلال تحديد نوع التوربينات المستخدمة للمشروع، وإعداد تقرير يبين القدرة التوليدية للمشروع وكافة الأمور الفنية.

٨) التصميم النهائي للمشروع، يبدأ العمل بالمرحلة هذه بالتخطيط للمشروع من جانب إداري ومالي وفني وإعداد الوثائق اللازمة وخطة التنفيذ.

٩) البدء بإجرآت التنفيذ الإنشائي، من خلال ترجمة خطة العمل إلى واقع حيث يتم في كل جزء من الخطة تقييم العمل والوصول إلى تشغيل المشروع وتوليد الطاقة.

١٠)تصدير الطاقة من المحطة إلى المستهلك أو إلى الشبكة الكهربائية، فالطاقة المولدة تصدر من المشروع إلى المستهلك مباشرة أو إلى بطاريات أو إلى الشبكة الكهربائية.



شكل رقم ١٧: خطوات بناء مشاريع الطاقة الريحية

المصدر: عمل الباحث بتصرف عن: الخياط، ٢٠٠٩

معايير مشاريع الطاقة الريحية

هناك عدة معايير تؤخذ بعين الاعتبار لإقامة مشاريع الطاقة الريحية من منظور التنمية المستديمة وهي: (http://www.energysavingtrust.org.uk)

- موقع المشروع: يعتبر ذلك من اهم العوامل حيث يجب مراعاة القرب من الشبكة الكهربائية أو المناطق التي يمكن أن تخدمها تلك المشاريع، ويعتبر أيضا تضاريس المكان المنوي إقامة المشروع عليه مهمة حتى لا تشكل عوائق في وجه حركة الرياح.
- توافر الرياح من حيث الاستمرارية والسرعات الكافية والجدوى الاقتصادية من ذلك، فلا يمكن اعتبار المناطق ذات سرعات الرياح العالية أماكن مفضلة والعكس صحيح، فهناك سرعات مناسبة للعمل بمشاريع الطاقة الريحية.
- مدى الملائمة للنظام ومراعاة الجوانب الفنية للشبكة الكهربائية والقدرة التحميلة، والأخذ بعين الاعتبار القدرة التوليدية للمشروع، وبذلك تتم دراسة الحاجة الأساسية للمشروع والهدف منه ومدى الاستفادة الحقيقة من المشروع.
- القدرة التوليدية للتوربينات الهوائية، ويعتمد ذلك على ارتفاع التوربين والريش والمواد المصنعة والمكونات الأساسية.
- الجانب البيئي والطبيعي، فلا يمكن إقامة مشروع طاقة متجددة مستديم دون أن يراعي الجوانب البيئية أو يؤدي إلى أضرار في الطبيعة، فالمناطق السياحية أو المحميات الطبيعية جزء أساسي في مشاريع التنمية المستديمة.
- استعمالات الأراضي، فإقامة أي مشروع تنموي يحتاج إلى مراعاة تخطيط استعمالات الأراضي، فمشاريع الطاقة الريحية تحتاج إلى ارض بمواصفات محددة.

الفصل الخامس

النموذج المقترح لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن

مقدمة

يعتبر قطاع الطاقة المتجددة أحد الرهانات المستقبلية لإطالة عمر الوقود الأحفوري واستدامته كما انه المجال الوحيد للتخفيف من غازات الاحتباس الحراري والحد من التلوث وتلبية الحاجات المتنامية للطاقة، وقد وجدت المملكة الأردنية الهاشمية الطاقة المتجددة احد أهم القطاعات لتحقيق التنمية الشاملة وتعزز ذلك بإدراجه في سياسات الطاقة، ومن هذا المنطلق بدأت الحكومة بدراسات معمقة للاستثمار في الطاقة المتجددة إلى أنها تفتقر إلى دراسات حقيقية عن الواقع المكاني لبناء تلك المشاريع والاعتبارات التي يجب أن تؤخذ لتحقيق تنمية مشاريع الطاقة المتجددة، وفي هذا المضمار اتجهت الأبحاث والدراسات في غالبية دول العالم نحو الاستثمار في الطاقة الشمسية والريحية لاعتبارات متعددة منها اقتصادية وبيئية، وتهتم الدراسة بالبحث والتنقيب عن المكان المناسب لإقامة مشاريع الطاقة الشمسية والريحية من خلال تصميم نموذج قابل للتطبيق في سبل استغلال تلك الطاقة بشكل واقعي من خلال مخرجات على قدر كبير من الأهمية للأردن لتكون مرجعية في مجالات تخطيط الطاقة.

نظم المعلومات الجغرافية

إن الاستعانة بأدوات تكنولوجيا المعلومات وبيئة نظم المعلومات الجغرافية يعطي تصور شامل للتوقع المكاني للمشاريع، وهي بذلك توفر بيئة تحليلية ممتازة وسهلة نتيجة لاشتباك وتعقيد العوامل المؤثرة في تنمية مشاريع الطاقة المتجددة في حال تم تغذيتها بمعلومات صحيحة وأوزان تأثير العوامل بدقة متناهية، فإقامة

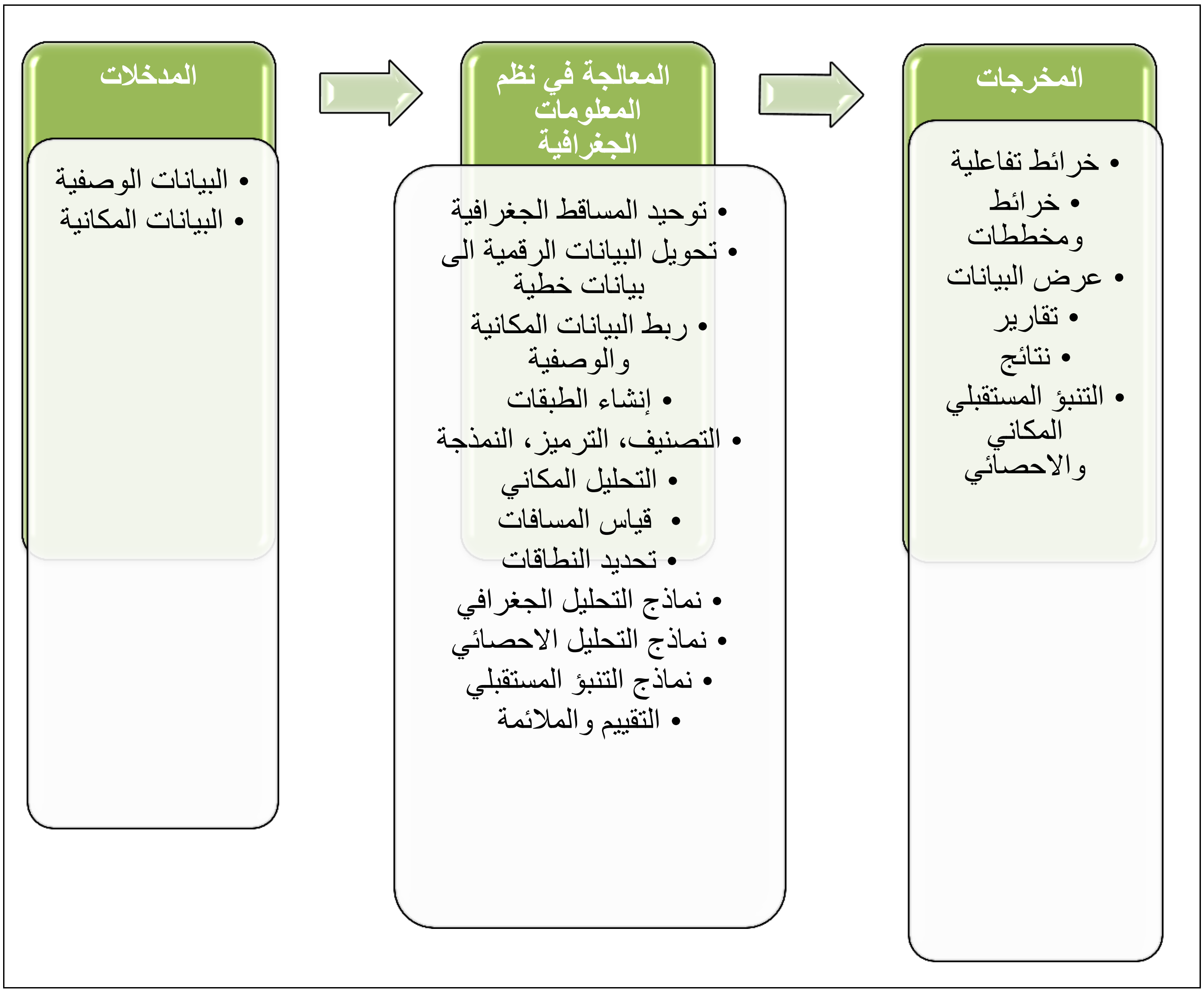
مشاريع الطاقة المتجددة وفق نموذج مدروس وواقعي يعمل على تحقيق المنفعة الاقتصادية والتخفيف من الآثار البيئية الضارة وخدمة المجتمع بشكل اقرب للمثالية.

وتعرف نظم المعلومات الجغرافية بأنها نظم لمعلومات منظمة ومرتبة على أساس مكاني، فهو علم مهتم بجمع البينات المكانية والوصفية وحفظها ومعالجتها وتحليلها وعرضها وإخراجها بأسلوب مبسط لمساعدة صانعي القرار على اتخاذ القرارات المناسبة ضمن تصور مكاني كامل، وتشمل البيانات المكانية في نظم المعلومات الجغرافية الخرائط والإحداثيات الجغرافية والمواقع والصور الجوية والفضائية كما تشمل البيانات الوصفية الجداول والأسماء والتقارير والإحصاءات وغيرها، أما عن الفوائد المرجوة من استخدام نظم المعلومات الجغرافية فهي تعمل على التقليل من الوقت في اتخاذ القرارات ودعم التعامل مع كميات البيانات الهائلة والتخلص من عملية التكرار كما أنها تسهل عملية الدمج والتكامل بين مختلف أنواع البيانات وتحويلها إلى معلومات يمكن الاستفادة منها وتحليلها مكانيا وإحصائيا، وتبرز إمكانات نظم المعلومات الجغرافية في استرجاع المعلومات ونمذجة العلاقات المكانية والتحليل المكاني للظواهر الطبيعية والبشرية وإمكانية تركيب الطبقات لإنتاج طبقة واحدة تشمل جميع الظواهر وإنتاج الخرائط التفاعلية والتعامل معها بكل بساطة كما تعزز نظم المعلومات الجغرافية لغة الاستعلام ولغة الاستفسار.

أما عن دور نظم المعلومات الجغرافية في تنمية مشاريع الطاقة فهي قادرة على تصميم خرائط تحوي كافة مكونات الشبكة الكهربائية من أبراج ومحطات التوليد والتحويل وشبكات النقل والتوزيع وما يتضمنه من أدوات تحليل لشبكات النقل وبالتالي بناء النماذج المكانية لإجراء التحليل المكاني والإحصائي لبيانات الأحمال الكهربائية والقدرات الفنية لشبكة النقل، كما تكمننا نظم المعلومات الجغرافية من تحليل الجدوى

الاقتصادية لمختلف مشاريع الطاقة، ولديها القدرة على تقييم مصادر الطاقة المتجددة من خلال دمج البيانات المتعلقة بالمواقع المختلفة كالمناخ والتربة والتضاريس وغيرها.

وفي هذه الدراسة سيتم بناء نموذج مقترح لنظام معلومات جغرافي قابل للتطبيق لتحديد مصادر الطاقة المتجددة بأعلى كفاءة ممكنة ضمن عوامل مؤثرة ومن ثم تنمية وتطوير مشاريع الطاقة المتجددة (الشكل رقم ١٨) (الشيتي، ٢٠١٠، ص١٠).



شكل رقم ١٨: قاعدة البيانات المرتبطة بنظم المعلومات الجغرافية

المصدر: عمل الباحث بتصرف عن: الشيتي، ٢٠١٠

التحليل المكاني

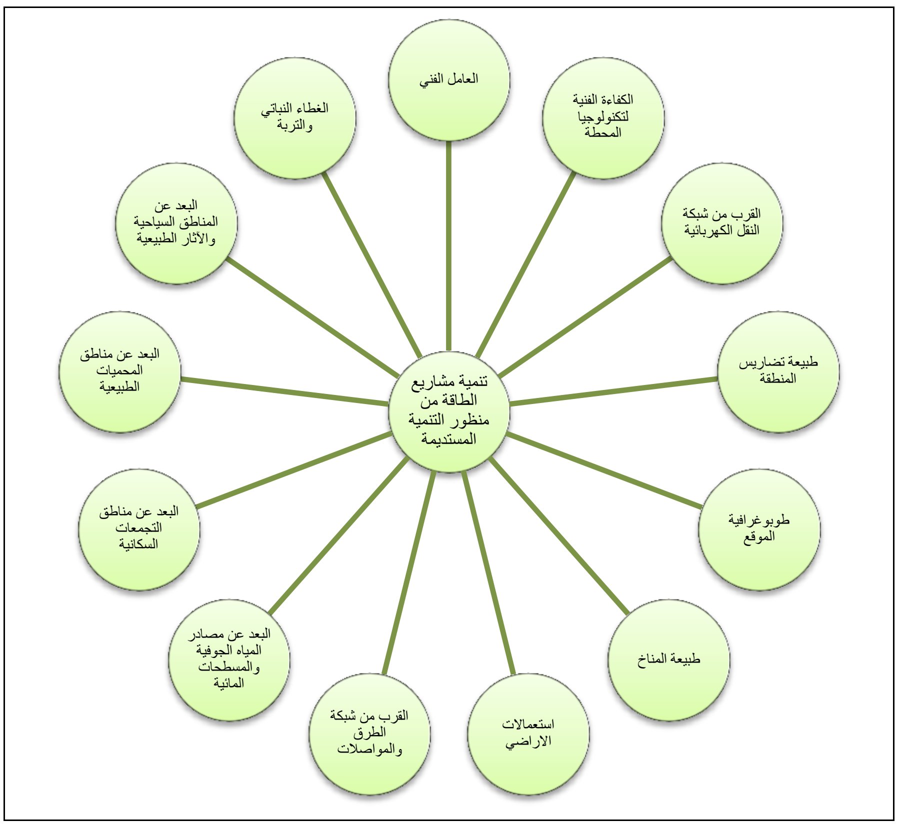
يعرف التحليل المكاني بأنه أسلوب لقياس مدى العلاقات المكانية بين عدة ظواهر طبيعية وغير طبيعية وذلك بتفسير تلك العلاقات والتنبؤ المستقبلي لسلوك تلك الظواهر وفهم طريقة توزيعها على الأرض، أي أن التحليل المكاني هو تفسير للعلاقات المكانية وكيفية تنظيمها في المستقبل، وبذلك يمكن إعطاء صورة واضحة واقرب إلى الحقيقية لمكونات المنطقة والنشاطات المختلفة كالتي من صنع الإنسان مثل المجمعات الصناعية والسكانية وغيرها أو جراء الطبيعية مثل التضاريس والموارد الطبيعية والغطاء النباتي وغيرها.

منهجية التحليل المكاني عبارة عن منهجية تحليلية تفصيلية لدراسة منطقة ما لدعم نشاط معين، حيث أنها تعمل على دراسة العلاقات والروابط بين الخصائص الطبيعية وغير الطبيعية وتحليل لكافة العناصر للتعرف على الموقع ليكون استثماره بشكل أمثل، وتختلف مستوى العلاقات بين الظواهر الطبيعية وغير الطبيعية حسب مكونات المنطقة فإما أن تكون علاقة طردية أو عكسية وروابط قوية أو ضعيفة أو من حيث ديمومتها مؤقتة أو دائمة وغيرها من العلاقات والروابط.

إن العمل بمنهجية التحليل المكاني لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة من منظور التنمية المستديمة يتطلب تجنب العشوائية في استغلال الأراضي وما تحويه من موارد زراعية ومائية وآثار طبيعية وغيره كما تتطلب أيضا اتباع العقلانية في اختيار الموقع الأنسب وذلك ضمن رؤية تتسم بالشمولية ولا تغفل عن أي جانب يمكن أن يكون له أثر إيجابي أو سلبي، وهنا سيتم ذكر اهم العوامل التي يمكن أن تؤثر في تنمية مشاريع الطاقة من منظور التنمية المستديمة واهمها درجة الإشعاع الشمسي في حال مشاريع الطاقة الشمسية أو سرعات الرياح في حال مشاريع الطاقة الريحية والقرب من شبكة النقل الكهربائية وطبيعة التضاريس والقرب من مصادر المياه الجوفية والمسطحات المائية والبعد عن مناطق التجمعات السكانية

والقرب من شبكة الطرق والمواصلات والبعد عن مناطق المحميات الطبيعية وتخطيط استعمالات الأراضي وطوبوغرافية الموقع والبعد عن المناطق السياحية والآثار الطبيعية.

إن العلاقات المكانية بين الظواهر الطبيعية وغير الطبيعية هي علاقات غير منعزلة فهي تؤثر وتتأثر لذلك فهي علاقة متشابكة ومعقدة ولكن تختلف بمدى ارتباطها بالمنظومة المكانية للموقع ومستوى قوتها وتأثيرها، وتأتي الفائدة من استخدام منهجية التحليل المكاني حيث يعمل على تقييم درجة الملائمة المكانية ويعطي كل عامل مؤثر في المنظومة المكانية درجة أهمية محددة بمقدار ما يتركه من أثر (الشكل رقم ١٩). (الشيتي، ٢٠١٠، ص ص).

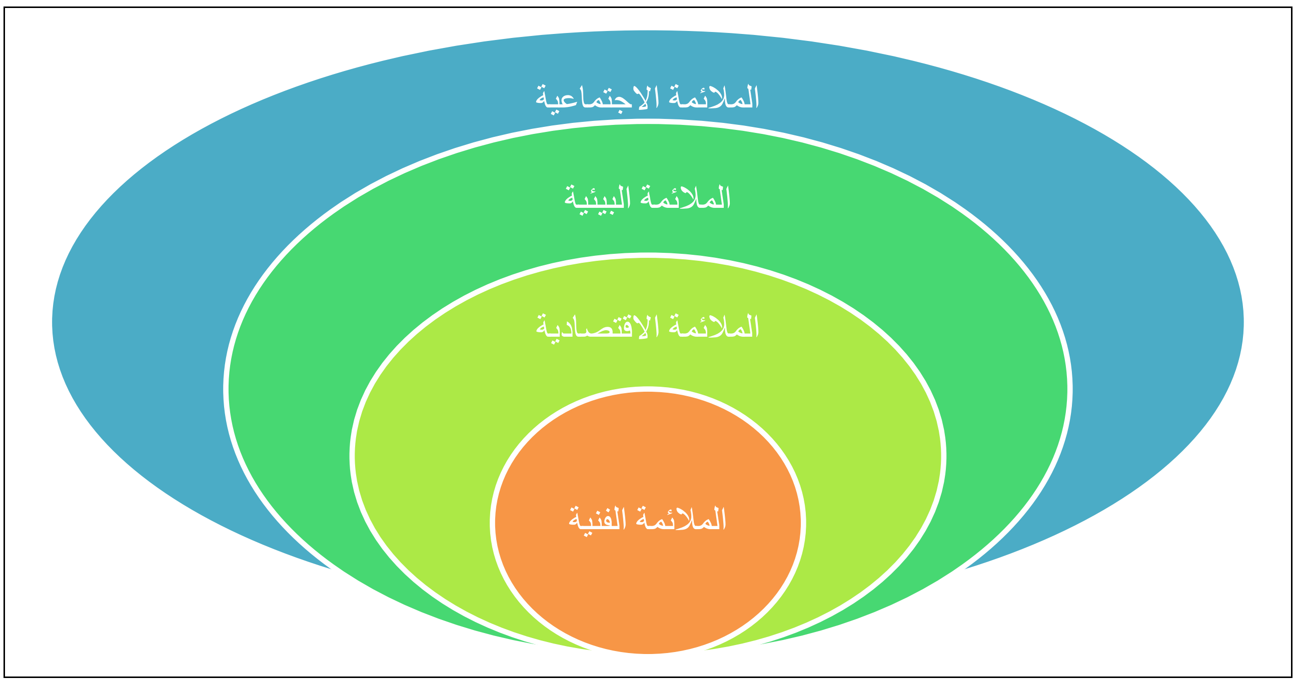


شكل رقم ١٩: العلاقات بين مشاريع الطاقة المتجددة والعوامل المؤثرة فيها من منظور التنمية المستديمة

المصدر: عمل الباحث بتصرف عن: الكناني، ٢٠١٠

تقييم الملائمة المكانية

إن تقييم الملائمة المكانية لكافة الإمكانات المتوافرة في الأرض من حيث التخطيط وأنواع الاستعمالات والتصنيفات والبدائل هي عملية تقديرية وتعتبر إحدى وسائل التخطيط الاستراتيجي بعيد المدى، حيث يتم تقدير الموارد المتاحة والبدائل ممكنة من خلال التنبؤ بما ستقدمه الأرض من إمكانات متوقعة، فالهدف من عملية تقييم الملائمة المكانية هو التخطيط السليم لاستعمالات الأرض من الناحية العملية والكامنة وتوفير المعلومات المكانية، فمراعاة الترابط والعلاقات بين مختلف الظواهر الطبيعية وغير الطبيعية من كل استعمال للأرض وما يمكن تحقيقه من استدامة، لذلك فإن تنمية مشاريع الطاقة المتجددة من منظور التنمية المستديمة يجب أن يتم بناؤه وفقاً للملائمة الفنية للمشروع بالإضافة إلى معايير التنمية المستديمة الثلاثة الاجتماعية والاقتصادية والبيئية. (الشكل رقم ٢٠) (الكناني، ٢٠١٠، ص٢٤٦).

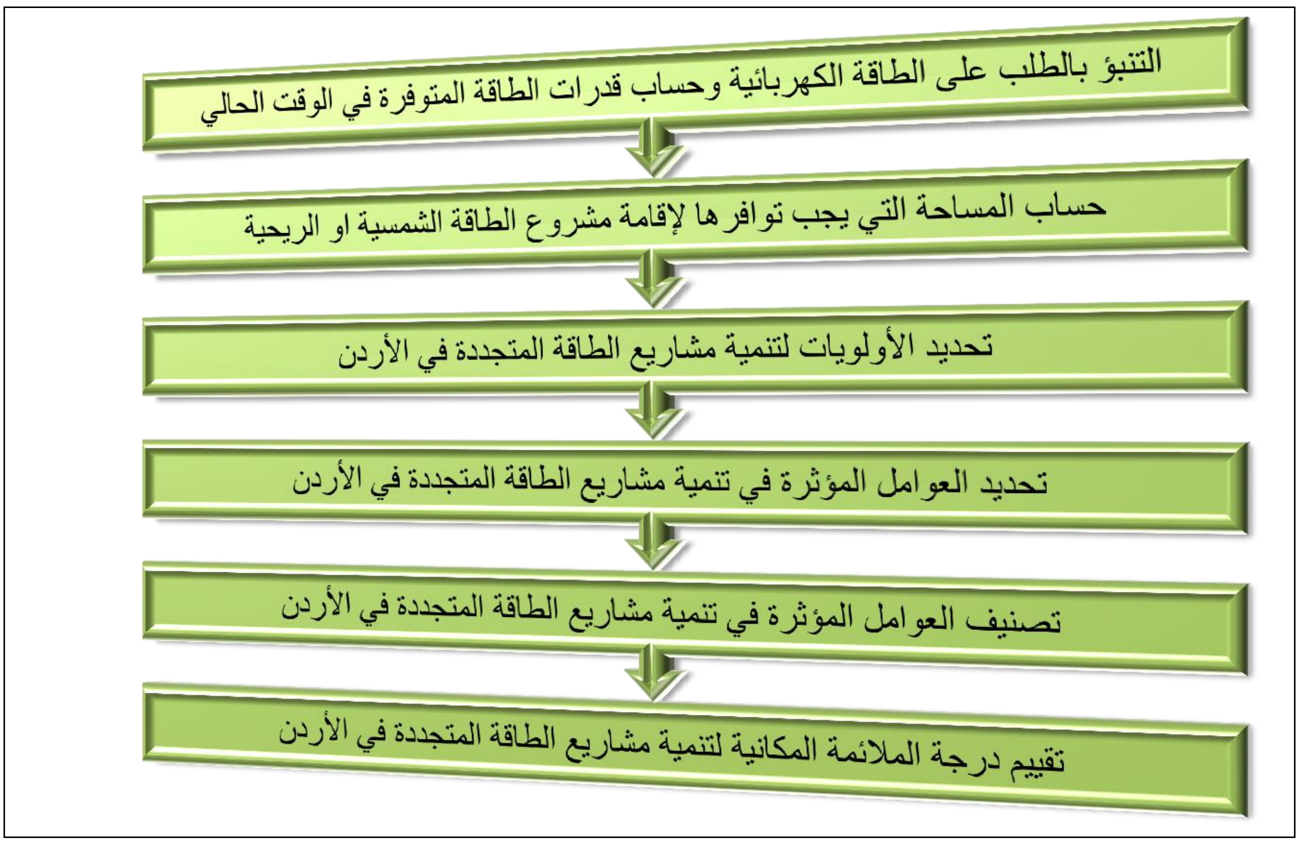


شكل رقم ٢٠: تقييم الملائمة المكانية

المصدر: عمل الباحث بتصرف عن: الكناني، ٢٠١٠

عملية تقييم الملائمة المكانية

إن تأسيس وتطوير منهجية للتحليل المكاني لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة والتي تلبي احتياجات الحاضر دون المساس باحتياجات الأجيال القادمة والوفاء بالمتطلبات المتزايدة للحياة وذلك عن طريق العمل بشكل منتظم وبدراسة علمية قابلة للتطبيق فيما يخص بناء مشاريع الطاقة المتجددة وفق معايير معتمدة تعنى بدراسة تخطيط استعمالات الأرض وتغطية الجوانب البيئية والدراسات الاجتماعية والجدوى الاقتصادية والتي من شأنها أن تسهل العمل لصانعي القرار من اجل الوفاء بالمتطلبات الإنسانية ضمن رؤية تتسم بالشمولية والمنهجية، لذلك يجب وضع خطة أو طريقة لتقييم الملائمة المكانية تقوم على مجموعة من الخطوات كما يلي (الشكل رقم ٢١) (الكناني، ٢٠١٠، ص ص).

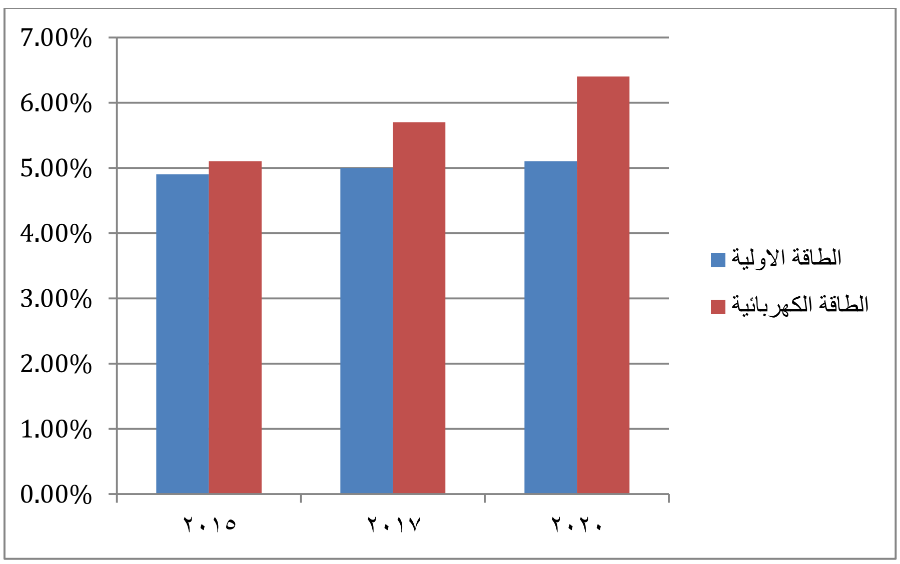


شكل رقم ٢١: عملية تقييم الملائمة المكانية

المصدر: عمل الباحث بتصرف عن: الكناني، ٢٠١٠

أ- التنبؤ بالطلب على الطاقة الكهربائية وحساب قدرات الطاقة المتوفرة في الوقت الحالي.

لقد تم التنبؤ بالطلب على الطاقة الكهربائية حتى عام ٢٠٢٠ ب ٢٥٥٥١ جيجا واط بالسنة بمعدل نمو سيبلغ ٦.٤ % وذلك حسب دراسات وزارة الطاقة والثروة المعدنية الأردنية، وبما أن التوجه العام لدى الحكومة إلى جعل المساهمة الأكبر من الطاقة الكلية لصالح الطاقة المتولدة من مشاريع الطاقة المتجددة، لذا من أجل تخطيط سليم لمشاريع الطاقة فإننا بحاجة إلى دراية كافية من القدرات التوليدية لمشاريع الطاقة الحالية والعاملة بكفاءة حتى يتم احتساب ما يلزم من الطاقة في المستقبل (الشكل رقم ٢٢).



شكل رقم ٢٢: التنبؤات المستقبلية للطاقة الأولية والطاقة الكهربائية في المملكة

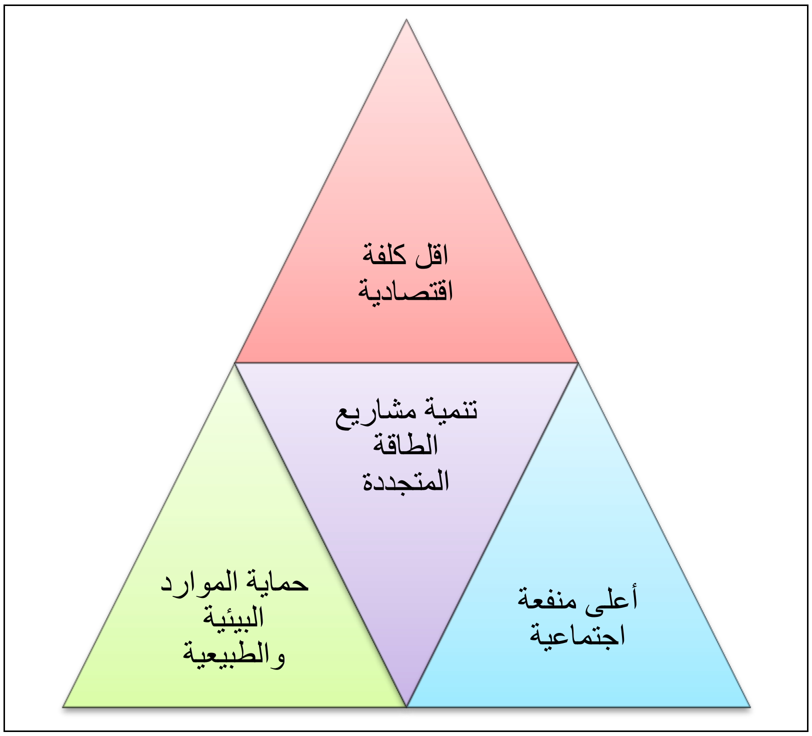
المصدر: وزارة الطاقة والثروة المعدنية، ٢٠١٤

ب- حساب المساحة التي يجب توافرها لإقامة مشروع الطاقة الشمسية أو الريحية.

من أجل أن تكون بناء مشاريع الطاقة بشكل واقعي واقرب ما يمكن للمثالية يجب الوقوف على المساحة المطلوب توافرها لإقامة المشروع، وبشكل عام فإن مشاريع الطاقة الشمسية والريحية تحتاج إلى كيلو متر مربع لتوليد ما مقداره واحد ميجا واط باليوم.

ج- تحديد الأولويات لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن.

ستكون الأولوية في هذه الدراسة لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة هو الحفاظ على الموارد الطبيعية والحد من عمليات التدهور البيئي وتحقيق اعلى منفعة اجتماعية ممكنة ضمن كلفة اقتصادية معقولة أي تحقيق معايير التنمية المستديمة البيئية والاجتماعية والاقتصادية (الشكل رقم ٢٣).



شكل رقم ٢٣: أولويات تنمية مشاريع الطاقة المتجددة

المصدر: عمل الباحث

د- تحديد العوامل المؤثرة في بناء مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن.

تتباين العوامل المؤثرة في مشاريع الطاقة المتجددة من منطقة لأخرى كما أنها تتابين من حيث درجة التأثير على المشاريع، وفي هذه الدراسة تم تحديد جملة من العوامل التي لها تأثير في عملية اختيار مشروع الطاقة وهي كالاتي (الشكل رقم ٢٤):

١. الملائمة الفنية لعمل المشروع، وتشمل عدد أيام تركز الأشعة الشمسية للمنطقة فيما يخص مشاريع الطاقة الشمسية وسرعات الرياح فيما يخص مشاريع الطاقة الريحية.

٢. الكفاءة الفنية وتعتبر الكفاءة الفنية من اهم العوامل ويندرج تحت العامل المواد الخام والتصميم والقدرة التوليدية لمحطة التوليد الشمسية والريحية.

٣. القرب من شبكة النقل الكهربائية، فالعلاقة بين القرب شبكة النقل الكهربائي ومحطات توليد الطاقة من المصادر المتجددة علاقة طردية فكلما اقتربت المسافة كانت هناك انخفاض في التكلفة وملائمة فنية كبيرة.

٤. طبيعة تضاريس المنطقة، حيث تقسم تضاريس الأردن إلى ثلاثة أجزاء رئيسة جبلية وصحراوية وغورية كما تعرف المنطقة الواقعة بين التضاريس الصحراوية والجبلية بالمناطق السهلية وكل جزء له ميزة معينة وخاصة الجبلية والغورية بما تمثله من سلة غذاء وبيئة مناسبة للزراعة والغطاء النباتي.

٥. طوبوغرافية الموقع، من الأمور التي يجب مراعاتها طوبوغرافية الموقع المراد إقامة المشروع عليه حتى لا تكون هناك إلى عوائق في ميلان المنطقة وتحقق اعلى فائدة ممكنة

٦. طبيعة المناخ، حيث أن المناخ يؤثر على فاعلية مشاريع الطاقة من حيث الاستقرار الجوي ونسبة الرطوبة بالجو والغبار وغيرها.

٧. البعد عن مصادر المياه الجوفية والمسطحات المائية، حيث تشكل ثروة مائية وطبيعية هامة فلا يمكن إغفال هذا الجانب والأصل أن تكون مشاريع الطاقة ابعد ما يمكن عن مصادر المياه كونها تمثل مصدراً للحياة وبيئة حيوية.

٨. البعد عن مناطق التجمعات السكانية، يساهم عامل البعد عن التجمعات السكانية والحضرية عامل جيد ومناسب حتى تكون الفرص مواتية لعمليات التوسع للمدن وتوسع مشاريع الطاقة المتجددة بشكل لا يؤثر على السكان.

٩. القرب من شبكة الطرق والموصلات، فالعلاقة بين شبكات الطرق والمواصلات ومحطات الطاقة علاقة وطيدة فقرب من محطات التوليد من شبكة النقل والمواصلات يعطيها ميزة لتسهيل عمليات نقل المعدات والمواد والموصلات للعاملين بالمحطات

١٠. البعد عن المحميات الطبيعية، إن الحفاظ على المحميات الطبيعية يأخذ الأولوية في تنمية مشاريع الطاقة من أجل استدامة الموارد البيئية وحماية الطبيعة وديمومة التنوع الحيوي.

١١. استعمالات الأرض، في هذه الدراسة تكون الأولوية هو الحفاظ على القيمة المعنوية والمادية للأرض وما تمثله من استثمار حقيقي، وعادة يتم تخطيط استعمالات الأرض وفق عملية تقييم الأرض إلى أراضي زراعية وسكنية وتجارية وصناعية وريفية وغيرها.

١٢. البعد عن المناطق السياحية والآثار الطبيعية، بما أن الأردن يعتمد في دخله القومي على السياحة وما تمثله من ميزة نسبية فلا يمكن أن نعمل مشروع يلبي متطلبات التنمية المستديمة على حساب الجوانب الطبيعية.

١٣. الغطاء النباتي، يمثل توزيع الغطاء النباتي قيمة نوعية للأردن لما يمثله من تنوع حيوي من غابات ومراعي وأشجار حرجية ونبات.



شكل رقم ٢٤: العوامل المؤثرة في مشاريع الطاقة المتجددة

المصدر: عمل الباحث بتصرف عن: الشيتي، ٢٠١٠

هـ- تصنيف العوامل المؤثرة في إقامة مشاريع الطاقة المتجددة.

في هذه المرحلة سيتم تصنيف كل عامل إلى عدة رتب، وسيكون لكل عامل أربعة رتب تصنيفية من حيث الملائمة إلى الأقل ملائمة كما يلي (الجداول رقم ٨، ٩):

١. درجة تصنيف ٤ وتعني أن درجة الملائمة للعامل ممتازة.

٢. درجة تصنيف ٣ وتعني أن درجة الملائمة للعامل جيدة جدا.

٣. درجة تصنيف ٢ وتعني أن درجة الملائمة للعامل جيدة.

٤. درجة تصنيف ١ وتعني أن درجة الملائمة للعامل مقبولة.

العامل المؤثر	رتبة التصنيف المقترحة			
	١	٢	٣	٤
تركز أشعة الشمس	أقل من٢٥٠ يوم/سنة	(٢٥٠-٢٧٥) يوم/سنة	(٢٧٥-٣٠٠) يوم/سنة	اكثر من ٣٠٠ يوم/سنة
الكفاءة الفنية لتكنولوجيا المحطة	مقبول	جيد	جيد جداً	ممتاز
القرب من شبكة النقل الكهربائية	أكبر من ٥كم	من ٥كم إلى ٣كم	من ٣كم إلى ١كم	اقل من ١ كم
طبيعة تضاريس المنطقة	غورية	جبلية	سهلية	صحراوية
طوبوغرافية الموقع	انحدار	مائل	شبه مستوي	مستو
طبيعة المناخ	شديد التقلب	متلقب	شبه مستقر	مستقر
استعمالات الأراضي	زراعي وسياحي	سكني وتجاري أو ريفي	صناعي	بلا
القرب من شبكة الطرق والمواصلات	اكبر من ٥كم	من ٥كم إلى ٣كم	من ٣كم إلى ١كم	اقل من ١ كم
البعد عن مصادر المياه	اقل من ٦كم	من ٦كم إلى ١٠كم	من ٨كم إلى ١٠كم	اكبر من ١٠كم
البعد عن مناطق التجمعات السكانية	اقل من ٦كم	من ٦كم إلى ١٠كم	من ٨كم إلى ١٠كم	اكبر من ١٠كم
البعد عن مناطق المحميات الطبيعية	اقل من ٦كم	من ٦كم إلى ١٠كم	من ٨كم إلى ١٠كم	اكبر من ١٠كم
البعد عن المناطق السياحية	اقل من ٦كم	من ٦كم إلى ١٠كم	من ٨كم إلى ١٠كم	اكبر من ١٠كم
الغطاء النباتي والتربة	مزارع موسمية	أشجار مثمرة وحرجية	مراعي	قاحلة

جدول ٨: رتب التصنيف المقترحة لمشاريع الطاقة الشمسية في الأردن

المصدر: عمل الباحث بتصرف عن: الشيتي، ٢٠١٠

العامل المؤثر	رتبة التصنيف المقترحة			
	١	٢	٣	٤
سرعة الرياح	(٤-٦) م/ث	(٦-٧.٥) م/ث	(٧.٥-١٠) م/ث	اكثر من ١٠كم/ث
الكفاءة الفنية لتكنولوجيا المحطة	مقبول	جيد	جيد جداً	ممتاز
القرب من شبكة النقل الكهربائية	اكبر من ٥كم	من ٥كم إلى ٣كم	من ٣كم إلى ١كم	اقل من ١ كم
طبيعة تضاريس المنطقة	غورية	جبلية	سهلية	صحراوية
طوبوغرافية الموقع	انحدار	مائل	شبه مستوي	مستو
طبيعة المناخ	شديد التقلب	متلقب	شبه مستقر	مستقر
استعمالات الأراضي	زراعي وريفي	سكني أو تجاري أو ريفي	صناعي	بلا
القرب من شبكة الطرق والمواصلات	اكبر من ٥كم	من ٥كم إلى ٣كم	من ٣كم إلى ١كم	اقل من ١ كم
البعد عن مصادر المياه	اقل من ٦كم	من ٦كم إلى ١٠كم	من ٨كم إلى ١٠كم	اكبر من ١٠كم
البعد عن مناطق التجمعات السكانية	اقل من ٦كم	من ٦كم إلى ١٠كم	من ٨كم إلى ١٠كم	اكبر من ١٠كم
البعد عن مناطق المحميات الطبيعية	اقل من ٦كم	من ٦كم إلى ١٠كم	من ٨كم إلى ١٠كم	اكبر من ١٠كم
البعد عن المناطق السياحية	اقل من ٦كم	من ٦كم إلى ١٠كم	من ٨كم إلى ١٠كم	اكبر من ١٠كم
الغطاء النباتي والتربة	مزارع موسمية	أشجار مثمرة وحرجية	مراعي	قاحلة

جدول ٩: رتب التصنيف المقترحة لمشاريع الطاقة الريحية في الأردن

المصدر: عمل الباحث بتصرف عن: الشيتي، ٢٠١٠

و– تقييم درجة الملائمة المكانية لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة.

بعد تصنيف العوامل المؤثرة في تنمية مشاريع الطاقة المتجددة، يتم في هذه المرحلة إعطاء درجة أهمية لكل عامل مؤثر وفقا لأهمية العامل المؤثر، وبناءاً على ذلك يتم إجراء عملية التطابق الموزون (Weighted Overlay) عبر إعطاء الأوزان لكل عامل مؤثر في بيئة نظم المعلومات الجغرافية ضمن تطبيقات التحليل المكاني (Spatial Analyst)، مع الأخذ بعين الاعتبار الملاحظات التالية في عملية تقييم الملائمة المكانية (الجداول رقم ١٠، ١١):

- الملائمة الفنية للمشروع لها محددات لا يمكن تغافلها فمشاريع الطاقة الشمسية يجب أن لا تقل عدد محدود من أيام طلوع الشمس لضمان نجاحها ولو بالحد المقبول، والحال ينطبق على مشاريع الطاقة الريحية فسرعات الرياح يجب أن لا تقل عن سرعات محددة ولا تزيد عن سرعة محددة.
- لا يمكن اعتبار جميع المناطق في الأردن مناطق خاضعة للدراسة والتحليل المكاني حتى لو حققت افضل المعايير، كون بعض المناطق تخضع لخصوصية معينة.
- درجة الأهمية لكل عامل تختلف من حالة إلى أخرى وحسب الحاجة فالمعطيات تتباين من مشروع لمشروع ولا يضير أن يتم تغيير درجة لتحقيق مصلحة أكبر.

درجة الأهمية	العامل المؤثر
٢٠%	تركز أشعة الشمس
١٠%	الكفاءة الفنية لتكنولوجيا المحطة
٥%	القرب من شبكة النقل الكهربائية
٥%	طبيعة تضاريس المنطقة
٥%	طوبوغرافية الموقع
١٠%	طبيعة المناخ
١٥%	استعمالات الأراضي
٥%	القرب من شبكة الطرق والمواصلات
٥%	البعد عن مصادر المياه الجوفية والمسطحات المائية
٥%	البعد عن مناطق التجمعات السكانية
٥%	البعد عن مناطق المحميات الطبيعية
٥%	البعد عن المناطق السياحية والآثار الطبيعية
٥%	الغطاء النباتي والتربة

جدول ١٠: درجة أهمية العامل المؤثر المقترحة في مشاريع الطاقة الشمسية في الأردن

المصدر: عمل الباحث بتصرف عن: الخياط، ٢٠١٠

درجة الأهمية	العامل المؤثر
٢٠%	سرعة الرياح
١٠%	الكفاءة الفنية لتكنولوجيا المحطة
٥%	القرب من شبكة النقل الكهربائية
٥%	طبيعة تضاريس المنطقة
٥%	طوبوغرافية الموقع
١٠%	طبيعة المناخ
١٥%	استعمالات الأراضي
٥%	القرب من شبكة الطرق والمواصلات
٥%	البعد عن مصادر المياه الجوفية والمسطحات المائية
٥%	البعد عن مناطق التجمعات السكانية
٥%	البعد عن مناطق المحميات الطبيعية
٥%	البعد عن المناطق السياحية والآثار الطبيعية
٥%	الغطاء النباتي والتربة

جدول ١١: درجة أهمية العامل المؤثر المقترحة في مشاريع الطاقة الريحية في الأردن

المصدر: عمل الباحث عن: الشيتي، ٢٠١٠

ز – تحديد المكان الملائم لإقامة مشاريع الطاقة المتجددة.

إن تحديد المكان المناسب يكون ضمن عدة خيارات لأكثر من موقع وبالتالي فإن المكان الذي سيكون الأنسب لإقامة المشروع هو الذي يحقق اعلى نسبة، فإن تقييم الملائمة المكانية هي في جوهرها تقدير الإمكانات المتوافرة في الأرض لجميع البدائل الموجودة، إذ أن تخطيط مشاريع الطاقة المتجددة من منظور تنمية المستديمة يكون على قاعدة العقلانية والشمولية، لذلك فإن التقييم المستديم للأرض وتخطيط استعمالات الأراضي يجب أن يبنى على أسس ومعايير متكاملة والمرتبط بمعايير التنمية المستديمة.

وبالتالي فإن اختيار المشروع الأنسب يجب أن يحصل على اعلى درجة أهمية وفقا للمفاضلة بين عدة مشاريع حتى نضمن المشروع الذي يقام يكون الأفضل والأنسب، وفيما يلي سيتم توضيح كيفية حساب درجة الأهمية لكل عامل وحساب المجموع النهائي للمشروع المقترح (الجداول رقم ١٢، ١٣).

- رتبة التصنيف الفعلية: من ضمن المعطيات إما ١ أو ٢ أو ٣ أو ٤.
- درجة الأهمية الفعلية: وتعتبر الدرجة الحقيقية لكل عامل نسبة إلى درجة الأهمية المقترحة.

درجة الأهمية الفعلية = رتبة التصنيف الفعلية ÷ رتبة التصنيف المقترحة × درجة الأهمية المقترحة

العامل المؤثر	رتبة التصنيف المقترحة				رتبة التصنيف الفعلية	درجة الأهمية المقترحة	درجة الأهمية الفعلية
	١	٢	٣	٤			
تركز أشعة الشمس	أقل من٢٥٠ يوم/سنة	(٢٥٠-٢٧٥) يوم/سنة	(٢٧٥-٣٠٠) يوم/سنة	اكثر من ٣٠٠ يوم/سنة		٢٠%	
الكفاءة الفنية لتكنولوجيا المحطة	مقبول	جيد	جيد جداً	ممتاز		١٠%	
القرب من شبكة النقل الكهربائية	اكبر من ٥كم	من ٥كم إلى ٣كم	من ٣كم إلى ١كم	اقل من ١ كم		٥%	
طبيعة تضاريس المنطقة	غورية	جبلية	سهلية	صحراوية		٥%	
طوبوغرافية الموقع	انحدار	مائل	شبه مستوي	مستو		٥%	
طبيعة المناخ	شديد التقلب	متلقب	شبه مستقر	مستقر		١٠%	
استعمالات الأراضي	زراعي وسياحي	سكني أو تجاري أو ريفي	صناعي	بلا		١٥%	
القرب من شبكة الطرق	اكبر من ٥كم	من ٥كم إلى ٣كم	من ٣كم إلى ١كم	اقل من ١ كم		٥%	
البعد عن مصادر المياه الجوفية والمسطحات المائية	اقل من ٦كم	من ٦كم إلى ١٠كم	من ٨كم إلى ١٠كم	اكبر من ١٠كم		٥%	
البعد عن مناطق التجمعات السكانية	اقل من ٦كم	من ٦كم إلى ١٠كم	من ٨كم إلى ١٠كم	اكبر من ١٠كم		٥%	
البعد عن مناطق المحميات الطبيعية	اقل من ٦كم	من ٦كم إلى ١٠كم	من ٨كم إلى ١٠كم	اكبر من ١٠كم		٥%	
البعد عن المناطق السياحية والآثار الطبيعية	اقل من ٦كم	من ٦كم إلى ١٠كم	من ٨كم إلى ١٠كم	اكبر من ١٠كم		٥%	
الغطاء النباتي والتربة	مزارع موسمية	أشجار مثمرة وحرجية	مراعي	قاحلة		٥%	
النسبة المئوية النهائية التي حصل عليها المشروع							

جدول ١٢: تقييم الملائمة المكانية المقترحة لمشاريع الطاقة الشمسية في الأردن

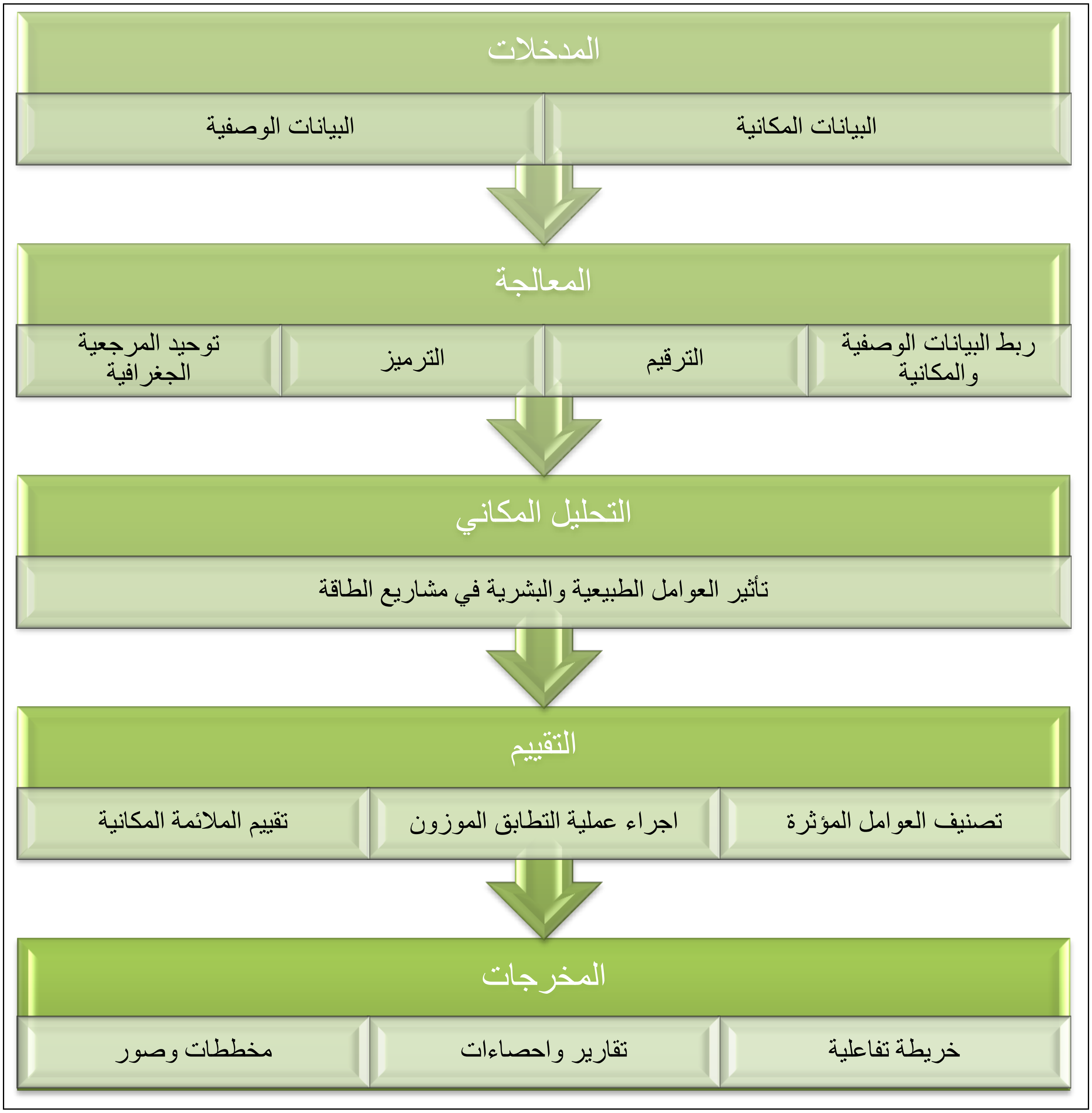
المصدر: عمل الباحث

العامل المؤثر	رتبة التصنيف المقترحة				رتبة التصنيف الفعلية	درجة الأهمية المقترحة	درجة الأهمية الفعلية
	١	٢	٣	٤			
سرعة الرياح	(٤-٦) م/ث	(٦-٧.٥) م/ث	(٧.٥-١٠) م/ث	اكثر من ١٠كم/ث		%٢٠	
الكفاءة الفنية لتكنولوجيا المحطة	مقبول	جيد	جيد جداً	ممتاز		%١٠	
القرب من شبكة النقل الكهربائية	اكبر من ٥كم	من ٥كم إلى ٣كم	من ٣كم إلى ١كم	اقل من ١ كم		%٥	
طبيعة تضاريس المنطقة	غورية	جبلية	سهلية	صحراوية		%٥	
طوبوغرافية الموقع	انحدار	مائل	شبه مستوي	مستو		%٥	
طبيعة المناخ	شديد التقلب	متلقب	شبه مستقر	مستقر		%١٠	
استعمالات الأراضي	زراعي أو سياحي	سكني أو تجاري أو ريفي	صناعي	بلا		%١٥	
القرب من شبكة الطرق	اكبر من ٥كم	من ٥كم إلى ٣كم	من ٣كم إلى ١كم	اقل من ١ كم		%٥	
البعد عن مصادر المياه الجوفية والمسطحات المائية	اقل من ٦كم	من ٦كم إلى ١٠كم	من ٨كم إلى ١٠كم	اكبر من ١٠كم		%٥	
البعد عن مناطق التجمعات السكانية	اقل من ٦كم	من ٦كم إلى ١٠كم	من ٨كم إلى ١٠كم	اكبر من ١٠كم		%٥	
البعد عن مناطق المحميات الطبيعية	اقل من ٦كم	من ٦كم إلى ١٠كم	من ٨كم إلى ١٠كم	اكبر من ١٠كم		%٥	
البعد عن المناطق السياحية والآثار الطبيعية	اقل من ٦كم	من ٦كم إلى ١٠كم	من ٨كم إلى ١٠كم	اكبر من ١٠كم		%٥	
الغطاء النباتي والتربة	مزارع موسمية	أشجار مثمرة وحرجية	مراعي	قاحلة		%٥	
النسبة المئوية النهائية التي حصل عليها المشروع							

جدول ١٣: تقييم الملائمة المكانية المقترحة لمشاريع الطاقة الريحية في الأردن

المصدر: عمل الباحث

بناءاً على ما تقدم يتكون النموذج الذي تم تطويره لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن كما ورد سابقا في هذا الفصل كما في (الشكل رقم ٢٥):



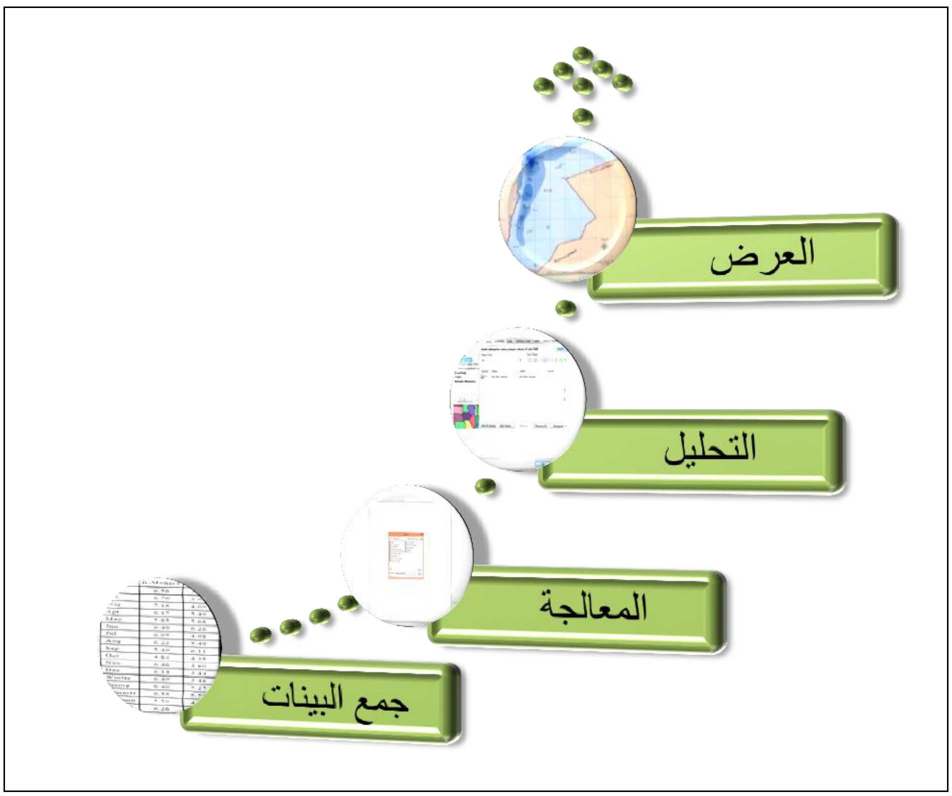
شكل رقم ٢٥: النموذج المقترح لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن

المصدر: عمل الباحث

الفصل السادس

آلية تطبيق النموذج المقترح لمشاريع الطاقة المتجددة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

تعتبر نظم المعلومات الجغرافية تقنية ناجعة لدمج مختلف أنواع البيانات من إحداثيات وخرائط وتقارير وجداول وربطها ببعضها البعض ومن ثم معالجتها لعرضها وإنتاج الخرائط وإجراء التحليلات التي نحتاجها حيث تشمل أجهزة حاسوبية وبرمجيات مختصة تتعامل مع البيانات، ولتطبيق النموذج المقترح لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة في الأردن سيتم استخدام برمجية ArcGIS10 والتي تتيح العمل في بيئة نظم المعلومات الجغرافية، كما أن آلية التطبيق ستمر في أربعة مراحل رئيسية كما يلي (الشكل رقم ٢٦ (http://www.kenaninstitute.unc.edu/nccle/GIS/module3_GISprocess.htm):



شكل رقم ٢٦: مراحل تطبيق النموذج المقترح في نظم المعلومات الجغرافية

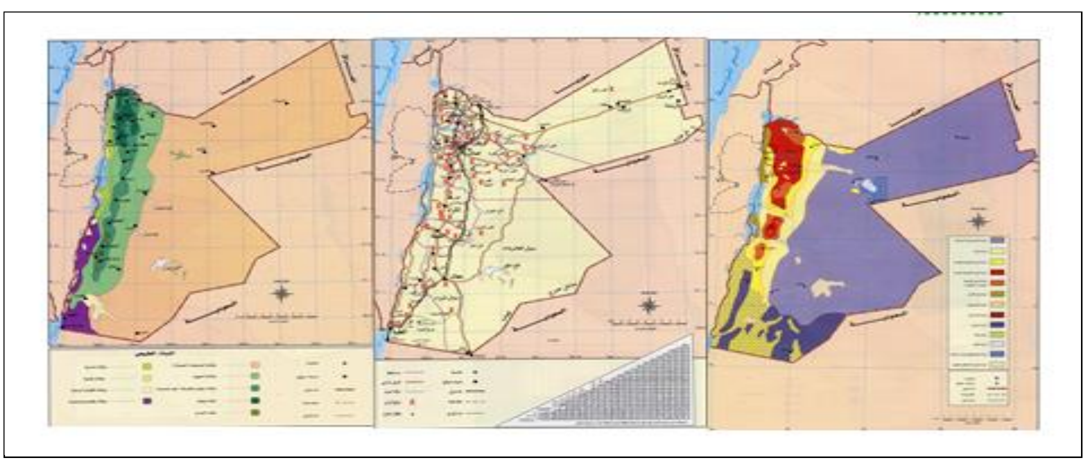
المصدر: عمل الباحث عن: (http://www.esri.com/what-is-gis)

المرحلة الأولى: جمع البيانات.

وتتضمن هذه المرحلة الخطوات التالية:

١. جمع البيانات المكانية وتشمل الخرائط المتعلقة بما يلي (الشكل رقم ٢٧):

- أماكن تركز الإشعاع الشمسي.
- أماكن سرعات الرياح.
- استعمالات الأراضي
- التوزيع الجغرافي لشبكة النقل الكهربائية
- التضاريس.
- الغطاء النباتي والتربة.
- المناخ.
- طوبوغرافية الموقع.
- شبكة الطرق والمواصلات
- مصادر المياه والمسطحات المائية.
- مناطق التجمعات السكانية.
- مناطق المحميات الطبيعية.
- المناطق السياحية.

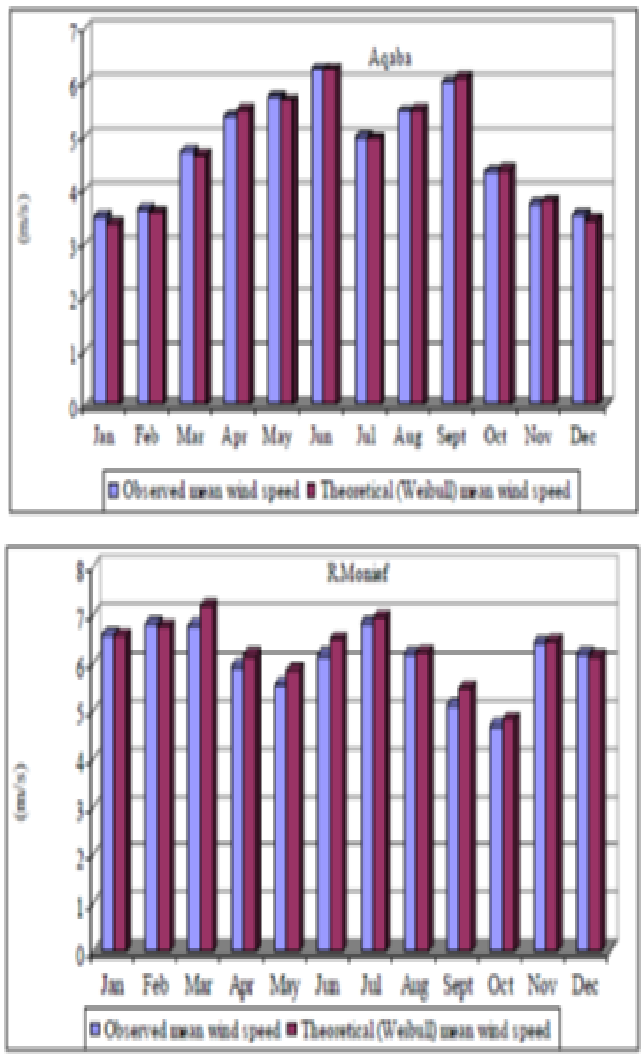


شكل رقم ٢٧: مثال على البيانات المكانية

المصدر: المركز الجغرافي الملكي الأردني، ٢٠١٣

٢. جمع البيانات الوصفية والمتعلقة بما يلي (الشكل رقم ٢٨):

- الأحمال الكهربائية والقدرات الفنية لشبكات النقل.
- المواصفات الفنية لمحطات التوليد الكهربائية من المصادر المتجددة.
- تقارير محطات الرصد مثل سرعات الرياح.
- البيانات المجدولة أو الرسوم البيانية.



Month	R.Monief	Aqaba
Jan	6.56	3.39
Feb	6.76	3.60
Mar	7.18	4.66
Apr	6.17	5.49
May	5.85	5.68
Jun	6.49	6.26
Jul	6.95	4.98
Aug	6.22	5.49
Sep	5.49	6.11
Oct	4.83	4.38
Nov	6.46	3.80
Dec	6.14	3.44
Winter	6.49	3.48
Spring	6.40	5.27
Summer	6.55	5.58
Autumn	5.59	4.76
Annual	6.26	4.77

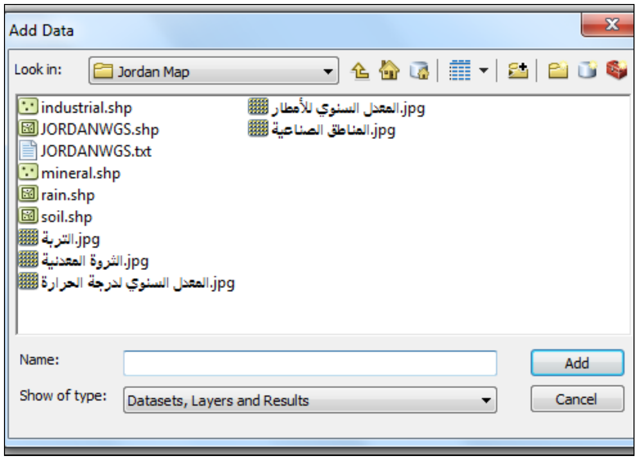
شكل رقم ٢٨: مثال على البيانات الوصفية

المصدر: وزارة الطاقة والثروة المعدنية، ٢٠٠٧

المرحلة الثانية: معالجة البيانات

بعد الانتهاء من جمع البيانات نبدأ بمرحلة المعالجة والتي تمر بالخطوات التالية:

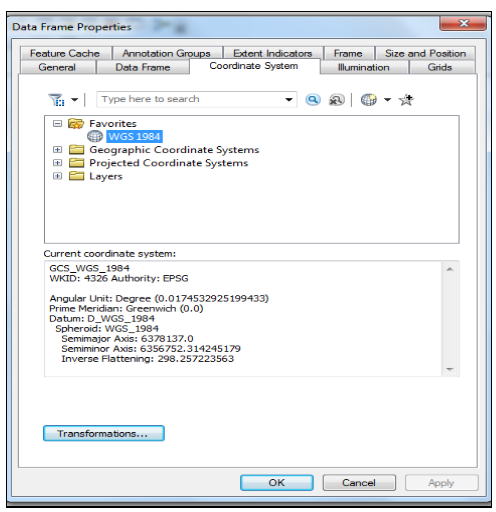
١. إدخال البيانات المكانية في نظم المعلومات الجغرافية (الشكل رقم ٢٩).



شكل رقم ٢٩: إدخال البيانات باستخدام برمجية نظم المعلومات الجغرافية

المصدر: عمل الباحث

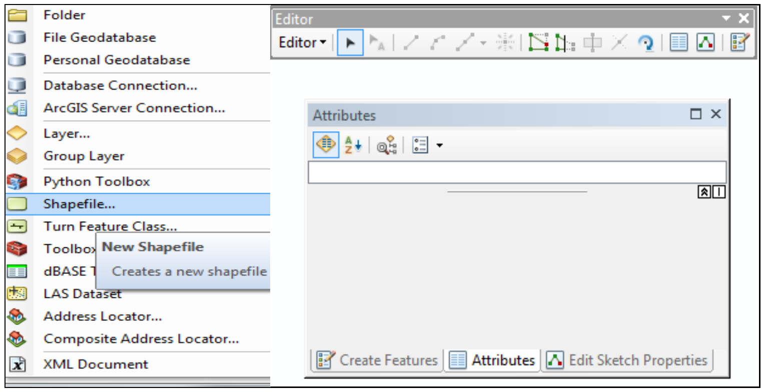
٢. توحيد المرجعية الجغرافية لجميع الخرائط (شكل رقم ٣٠).



شكل رقم ٣٠: توحيد المرجعية الجغرافية للبيانات المكانية باستخدام برمجية نظم المعلومات الجغرافية

المصدر: عمل الباحث

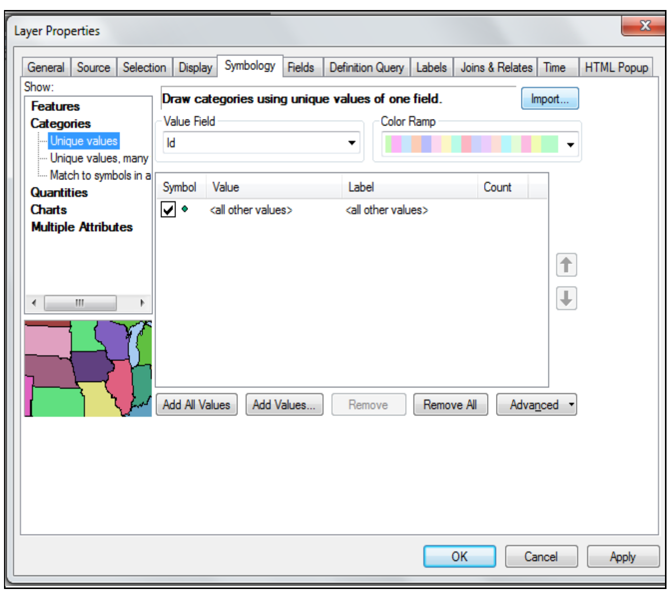
٣. إنشاء الطبقات لكل خريطة أي عامل والقيام بعملية الترقيم لكل خريطة أي تحويل الخرائط إلى الشكل الخطي (نقطة، خط، مضلع) الذي تتعامل معه نظم المعلومات الجغرافية ودمج البيانات المكانية الوصفية مع بعضها البعض (الشكل رقم ٣١).



شكل رقم ٣١: إنشاء الطبقات والترقيم باستخدام برمجية نظم المعلومات الجغرافية

المصدر: عمل الباحث

٤. إجراء عملية التصنيف والنمذجة لكل طبقة بيانات (خريطة) مدخلة وفقا لرتبة التصنيف المقترحة (الشكل رقم ٣٢).



شكل رقم ٣٢: تصنيف ونمذجة الطبقات باستخدام برمجية نظم المعلومات الجغرافية

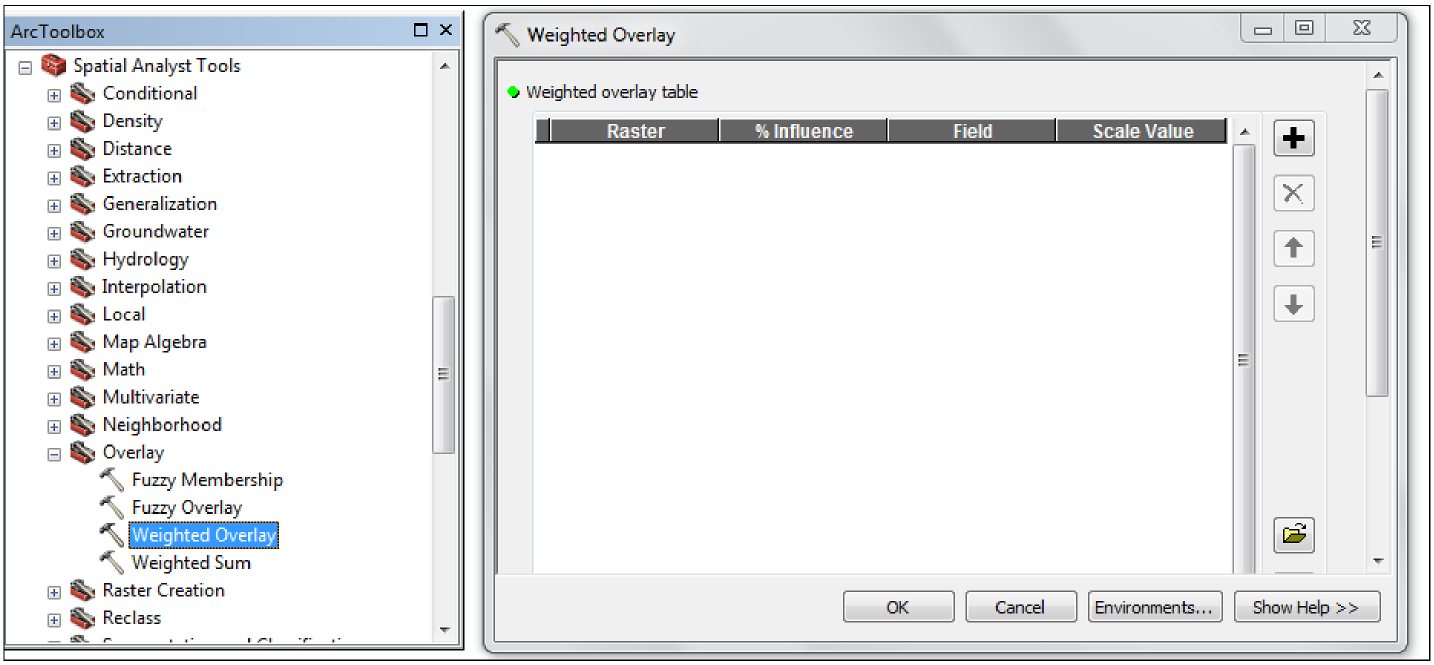
المصدر: عمل الباحث

المرحلة الثالثة: التحليل والتقييم

وتتكون هذه المرحلة من خطوتين هما (الشكل رقم ٣٣):

١. تحليل الظواهر الطبيعية وغير الطبيعية وتفسير العلاقة فيما بينهما.

٢. من خلال عملية التطابق الموزون بالاعتماد على وزن كل عامل مؤثر في مشاريع الطاقة المتجددة يتم تقييم الملائمة المكانية للمشاريع.



شكل رقم ٣٣: التطابق الموزون باستخدام برمجية نظم المعلومات الجغرافية

المصدر: عمل الباحث

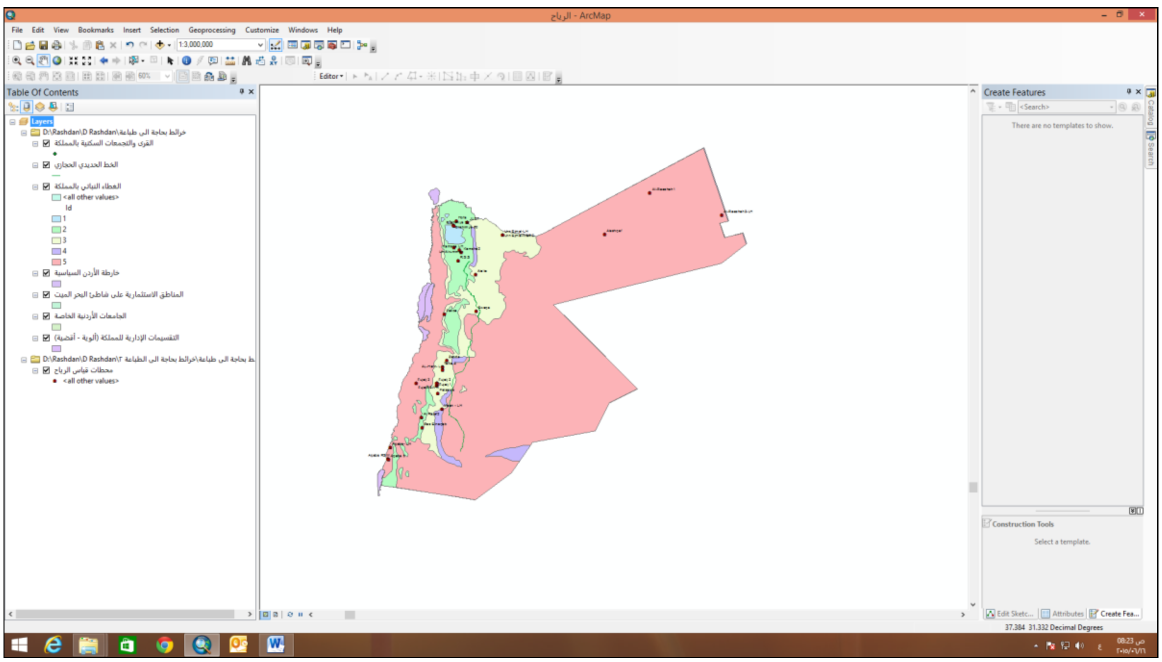
المرحلة الرابعة: العرض

وأخيرا يتم عرض البيانات التي تمت معالجتها على شكل:

١. خريطة تفاعلية تمكننا من إجراء القياسات والتعديل والتكبير والتصغير وغيرها من أدوات نظم المعلومات الجغرافية (الشكل ٣٤).

٢. خرائط ورقية بمقاسات مختلفة حسب الحاجة.

٣. تقارير وإحصاءات.



شكل رقم ٣٤: خريطة تفاعلية باستخدام برمجية نظم المعلومات الجغرافية

المصدر: عمل الباحث

الفصل السابع

النتائج والتوصيات

مقدمة

لتحقيق التنمية المستديمة بكافة أشكالها وتلبية متطلباتها وتغطية جوانبها الاقتصادية والاجتماعية والبيئية تتطلب أن تكون الطاقة مستديمة والتي هي احد اهم مدخلاتها، لذلك فإن تنمية مشاريع الطاقة المستديمة تحتاج إلى دارسات علمية وتطبيق واستخدام أدوات وتكنولوجيا المعلومات لدعم القرار لصانعيه، فالطاقة الشمسية والطاقة الريحية في الوقت الحالي هي مصادر طاقة مساندة وستكون بالمستقبل بديلة لمصادر الطاقة غير المتجددة ناهيك كونها طاقة غير ناضبة ونظيفة وتحقق منفعة اقتصادية واستقرار سياسي واجتماعي وخاصة في الأردن الذي لا يملك مصادر الطاقة غير المتجددة، فالدراسة تناولت مشاريع الطاقة الشمسية والريحية من كافة الجوانب وسبل تحقيقها وفق معايير التنمية المستديمة وقدمت تخطيط لبناء المشاريع ضمن أسس علمية قابلة للتطبيق كما أن الدراسة أعدت نموذج مقترح لبناء مشاريع الطاقة المتجددة لتحديد الموقع الأنسب لتطوير محطات توليد الطاقة الشمسية والريحية من خلال عدة عوامل فنية وطبيعية واقتصادية وبيئية واجتماعية وثم اختيار الموقع الذي يحقق اعلى نسبة من تلك المعايير.

النتائج

في ضوء ما تقدم في هذه الدراسة تم التوصل إلى النتائج التالية:

- إن مشاريع الطاقة الشمسية والريحية دخلت حيز التنفيذ الفعلي في الأردن ولكن ما زالت بحاجة إلى برامج وخطط واضحة مبنية على أسس علمية ودراسات وأبحاث، لذلك فلا بد أن تكون هناك خطط واضحة وتخطيط سليم للمشاريع لتحقيق اعلى المنافع الممكنة.

- ارتفاع كلفة إنشاء مشاريع الطاقة المتجددة الشمسية والريحية وانخفاض الكلفة التشغيلية وبذلك تكون ذات جدوى اقتصادية بالمستقبل مقارنة بمنظومة توليد الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقة غير المتجددة والتي تكون منخفضة في تكاليف الإنشاء وذات تكاليف عالية على المنظور البعيد.
- إن إقامة مشاريع الطاقة المستديمة مطلب ضروري وخيار استراتيجي في الأردن لتحقيق التنمية الاقتصادية والتطوير الاجتماعي وحماية البيئية، حيث يمثل الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة دعامة أساسية وركيزة هامة للوصول إلى التنمية المستديمة في الأردن.
- الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة الشمسية والريحية يعمل على تنويع مصادر الطاقة المستخدمة في منظومة قطاع الطاقة في الأردن وبالتالي مزيدا من الاستقرار السياسي والذي بدوره ينعكس على المجتمع بشكل عام.
- اقتراح نموذج لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة من منظور التنمية المستديمة في الأردن وباستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية يهدف إلى تخطيط وتطوير مشاريع الطاقة المتجددة ودعم القرار من خلال معايير وأسس علمية لإقامة المشاريع.
- توليد الطاقة الكهربائية من المصادر المتجددة في الأردن يعمل على تحسين مستوى المعيشة للأفراد وتحسين نوعية الحياة، لما يوفره من إمدادات للطاقة بتكلفة بسيطة وما يوفره من فرص عمل للعمالة المحلية في مجالات التصنيع والتركيب والصيانة.

التوصيات

بناءاً على ما تقدم لتنمية مشاريع الطاقة المتجددة من منظور التنمية المستديمة فإن الدراسة توصي بما يلي:

- ضرورة وضع استراتيجيات وخطط لإدخال معدلات محددة من الطاقة المتجددة في منظومة قطاع الطاقة في الأردن للمساهمة في توفير احتياجات الطاقة بشكل متوازن مع الطاقة المولدة من مصادر غير متجددة.
- تطوير السياسات والبرامج المتعلقة بالطاقة المتجددة وربطها بمتطلبات التنمية المستديمة لتحقيق التنمية الوطنية الشاملة.
- دعم وتشجيع صناعات محلية لمعدات مشاريع الطاقة المتجددة من خلال شركات متخصصة بالصناعة والتركيب والصيانة مع وضع المواصفات والمعايير اللازمة لبناء مشاريع الطاقة المتجددة في كافة المراحل.
- ضرورة مواكبة نمو حجم الأسواق المتاحة والطلب على الطاقة دون التوسع بشكل غير مدروس لضمان تحقيق الجدوى الاقتصادية الإنتاجية.
- التوسع في الدراسات الميدانية بشكل دقيق فيما يخص أماكن تركز الإشعاع الشمسي ومناطق مصادر الرياح وذلك حتى نتمكن من الاعتماد عليها في التخطيط لمشاريع الطاقة المتجددة.
- ضرورة إيجاد برامج تمويلية مناسبة لمشاريع الطاقة المتجددة حتى تغطي الكلف المبدئية الباهظة وزيادة الجدوى الاقتصادية.
- تعزيز الشراكات الوطنية والاتفاقات الدولية لبناء القدرات الوطنية المؤهلة وبرامج التدريب للمعنيين بهذا المجال.

المصادر والمراجع

المراجع العربية

- القرآن الكريم.
- إبراهيم عمرو، متطلبات استخدام الأراضي لمحطات الطاقة الشمسية، كتيبات تبسيط المعلومات التقنية، المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، مصر، ٢٠١٣.
- اتكين دونالد، الكتاب الأبيض "التحول إلى الطاقة المتجددة"، ترجمة هشام العجماوي، المنظمة الدولية للطاقة الشمية، مصر، ٢٠٠٥.
- ادريخ مجد عمر حافظ، استراتيجيات وسياسات التخطيط المستدام والمتكامل لاستخدامات الأراضي والمواصلات في مدينة نابلس، رسالة ماجستير، جامعة النجاح الوطنية، فلسطين، ٢٠٠٥.
- الخياط محمد مصطفي، الطاقة البديلة تحديات وآمال، مجلة السياسة الدولية، العدد ١٦٤، المجلد ٤١، القاهرة، ٢٠٠٦.
- الخياط محمد مصطفى، الطاقة مصادرها أنواعها استخداماتها، وزارة الكهرباء والطاقة، القاهرة، ٢٠٠٦.
- الخياط محمد مصطفى، تكنولوجيا طاقة الرياح تطبيقات طاقة الرياح، مجلة الكهرباء العربية، العدد ٩٥، مصر، يناير ٢٠٠٩.
- الخياط محمد مصطفى، مشروع الاستراتيجية العربية للطاقة المتجددة، دراسة بتكليف من جامعة الدول العربية، مايو ٢٠٠٩.
- الشيتي إيناس محمد إبراهيم ومحمد مصطفى الخياط، استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تنمية مشروعات الطاقة المتجددة دراسة حالة مصر، نشر في المؤتمر العلمي السابع عشر لنظم المعلومات وتكنولوجيا الحاسبات، القاهرة، فبراير ٢٠١٠.

- الكناني كامل كاظم بشير، استخدام منهجية التحليل المكاني في تقييم الملائمة المكانية للتوسع الحضري لمدينة الكوت، مجلة كلية التربية – واسط، العدد ١٢، العراق، ٢٠١٠.
- اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، تنمية استخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة، مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة – جوهانسبرغ، الأمم المتحدة، ٢٦ أغسطس – سبتمبر ٢٠٠٢.
- اللجنة العالمية للبيئة والتنمية، مستقبلنا المشترك، ترجمة محمد كامل عارف، سلسلة عالم المعرفة، عدد ١٤٢، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ١٩٨٩.
- المحسن بشاير صالح، دراسة تطبيقية للإشعاع الشمسي لمدينة ينبع باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، جامعة الدمام، السعودية، ٢٠١٣.
- المركز الجغرافي الملكي الأردني، أطلس الأردن والعالم، الأردن، ٢٠١٣.
- الوكالة الألمانية للطاقة، الطاقة المتجددة تقنيات الطاقة المتجددة قصة نجاح ألمانيا، الوزارة الاتحادية للاقتصاد والتكنولوجيا، ألمانيا، ٢٠١٢.
- اليعقوبي البهلول، حقيبة الخلايا الشمسية، سلسلة الحقائب التعليمية التدريبية في مجال الطاقات المتجددة، المعهد الوطني للبحث العلمي والتقني، تونس، ٢٠٠٠.
- ايفانز روبرت، شحن مستقبلنا بالطاقة، ترجمة فيصل حردان، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، ٢٠١١.
- بدران إبراهيم وآخرون، الطاقة مصادرها وأنواعها، دار الفرقان، الأردن، ٢٠٠٤.
- حدة فروحات، لطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر، جامعة قاصدي مرباح، مجلة الباحث عدد ١١/ ٢٠١٢، الجزائر، ٢٠١٢.

- طالب محمد ومحمد ساحل، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة، مجلة الباحث – عدد ٠٦ / ٢٠٠٨، جامعة البليدة، الجزائر، ٢٠٠٨.
- عياش سعود يوسف ، تكنولوجيا الطاقة البديلة، سلسلة عالم المعرفة، عدد ٣٨، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ١٩٨١.
- غنيم عثمان وماجدة أبو زنط، التنمية المستديمة فلسفتها وأساليب تخطيطها أدوات قياسها، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، ٢٠١٠.
- فرمان وكاع، الطاقة الشمسية دعوة لاستغلالها قبل فوات الأوان، مجلة فيلادلفيا الثقافية، العدد السابع، الأردن، ٢٠١٠.
- قاسم خالد مصطفى، إدارة البيئة والتنمية المستدامة في ظل العولمة المعاصرة، الدار الجامعية، الإسكندرية، ٢٠٠٧.
- قانون البيئة الأردني، الجريدة الرسمية، الأردن، ٢٠٠٥.
- قانون الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة الأردني، الجريدة الرسمية، الأردن، ٢٠١٣.
- محمود ماجد كرم الدين، رياح التغيير في أنظمة الطاقة العالمية والعربية الكهرباء من الرياح، كتيبات تبسيط المعلومات التقنية، المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، مصر، ٢٠١٢.
- محمود مصطفى منير، آليات تفعيل تطبيقات استخدام الطاقة الشمسية في إيجاد تنمية حضرية مستدامة، جامعة القاهرة، القاهرة، بلا.
- مريم بوعشير، دور وأهمية الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستديمة، جامعة منتوري قسنطينة، رسالة ماجستير الجزائر، ٢٠١١/٢٠١٠.
- معرفي مصطفى عباس، مبادئ الطاقة، جامعه الكويت، الكويت، ١٩٩٩.
- نظام تقييم الأثر البيئي الأردني، الجريدة الرسمية، الأردن، ٢٠٠٥.

- وزارة الطاقة والثروة المعدنية، الاستراتيجية الشاملة لقطاع الطاقة في الأردن، عمان، تشرين أول ٢٠٠٧.
- وزارة الطاقة والثروة المعدنية، حقائق وأرقام، الأردن، ٢٠١٤.

المراجع الأجنبية

- ADAS & Others, Renewable energy and its impact on rural development and sustainable in the UK, England, 2003.
- Leda-Ioanna Tegou & others, Distributed Generation with Renewable Energy Systems: The spatial dimension, Paper presented at the 47th conference of the European Regional Science Association ‘Local governance and sustainable development, Paris, August 29th – September 2nd 2007.
- Pablo del Rı´o & Mercedes Burguillo, An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability, Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 (2009) 1314–1325, Madrid, 2009.
- Sampada Kulkarni & Rangan Banerjee, Renewable energy mapping in MaharashtraIndia using GIS, Indian Institute of Technology-Bombay, world renewable energy congress, Sweden, 2011

مقالات الإنترنت

- http://www.arsco.org/detailed/861de0c2-3943-46c1-a9bc-89d5eadcc80, April 12, 2015.
- http://www.conserve-energy-future.com, February 10 2015.
- http://www.conserve-energy-future.com/Advantages_FossilFuels.php, February 14 2015.
- http://www.conserve-energy-future.com/Disadvantages_FossilFuels.php, February 14, 2015.
- http://www.conserve-energy-future.com/pros-and-cons-of-nuclear-energy.php, February 14 2015.
- http://www.ecomena.org/tag/%D8%A7%D9%84%D8%A3%D8%B1%D8%AF%D9%8, May 26, 2015.
- http://www.energysavingtrust.org.u, March 24, 2015.
- http://www.esri.com/what-is-gis, March 11, 2015.
- http://www.jnrc.gov.jo/Jordan_A.html, March 24, 2015.
- http://www.kenaninstitute.unc.edu/nccle/GIS/module3_GISprocess.htm, June 14, 2015
- http://www.memr.gov.jo/Default.aspx?tabid=36, March 19, 2015.
- http://www.memr.gov.jo/Default.aspx?tabid=294, March 19, 2015.

Abstract

Development of Renewable Energy Projects: Sustainable Development perspective

“Jordan as a case study”

Prepared by

Mohammad Kayed Fares Al-Rashdan

Supervisor

Professor Othman Ghnaim

This study aims to design of a proposed model for the development of renewable energy projects to achieve sustainable development strategy in Jordan. The study to reach their goals used a descriptive approach depended on data collecting from the relevant resources such as Ministry of Energy and Mineral Resources, Ministry of Environment, Energy Research Center, Geographical Center Royal Jordanian and Department of Meteorology. The study also used the weighted overlay from spatial analysis methods in in the process of assessing the appropriate spatial in the construction of the proposed model for the construction of renewable energy projects in Jordan.

The study found the integrative relationship between the exploitation of renewable energy sources and sustainable development, the importance of going to the exploitation of renewable energy sources in Jordan as a strategic choice. The study also presented a proposed model for development of renewable energy projects in Jordan using geographic information systems.

The study recommended the need to exploit the spatial feature to Jordan to maximize investment in renewable energy projects, employ geographic information and spatial databases in spatial analysis for decision-making methods of systems, and the expansion of the field studies regarding the whereabouts focus solar radiation and areas of wind sources to ensure the best results**.**